

Drive Solution Designer



Softwarehandbuch

DE



13587394

Lenze

1	Hinweise zur Nutzung	13
1.1	Lizenz- und Vertragsbedingungen	13
1.2	Allgemeine Geschäftsbedingungen	13
1.3	Wichtige Informationen über das Programm	13
2	Über diese Dokumentation	16
2.1	Verwendete Konventionen	17
2.2	Definition der verwendeten Hinweise	18
3	Benutzeroberfläche	19
3.1	Steuer- und Funktionselemente	19
3.1.1	Menüleiste	20
3.1.2	Symbolleiste	25
3.1.3	Skizze	28
3.1.4	Navigationsbaum und Ergebnisbaum	34
3.1.5	Eingabebereich	35
3.1.6	Notizen	38
3.2	Tastaturbefehle	40
3.3	Programm beenden	41
4	DSD-Arbeitsplatz einrichten	42
4.1	Einstellungen während der Installation	42
4.2	Sprache	42
4.3	Einstellungen	43
4.3.1	Register "Allgemein"	43
4.3.2	Register "Netzwerkverbindungen"	44
4.3.3	Register "Hilfe"	44
4.3.4	Register "Bewegung"	44
4.3.5	Register "Einheiten"	45
4.3.6	Register "Protokoll"	45
4.3.7	Register "Kundendaten"	46
4.3.8	Register "Nutzerdaten"	46
4.4	Kommunikation mit dem Lenze DSD-Server	47
4.4.1	Meldungen	47
4.4.2	Software-Updates	48
4.4.3	Hilfe bei Problemen	48
5	Projekte verwalten	49
5.1	Neues Projekt erstellen	49
5.2	Projektinformationen	50
5.3	Projekt öffnen	51
5.3.1	Projekt importieren	52
5.3.2	Projekt im ProjectViewer öffnen	53
5.4	Projekt speichern	53
6	Hilfsmittel für die Antriebsauslegung	54
6.1	Datenerfassung über Checklisten	54
6.2	Antriebslösungen optimieren	55
6.2.1	Alternative erstellen	56
6.2.2	Application Tuner	58
6.2.3	Projektvergleich	60
6.3	Auslegung "einfach und schnell" oder "komplex und exakt"	61
6.3.1	Überschlägige Berechnung	62
6.3.2	Produktmerkmale	62
6.4	Kostenoptimierungsfaktoren	63

7	Anwendungen	64
7.1	Übersicht	65
7.2	Grundlegende Berechnungen	68
7.2.1	Drehmoment	68
7.2.2	Leistung der Anwendung	69
7.2.3	Bewegung der Anwendung	70
7.2.4	Verwendete Formelzeichen	71
7.3	Anwendungen mit dem Lenze Smart Motor	72
7.4	Riemenantrieb, umlaufend	73
7.4.1	Anwendungen mit horizontaler Bewegungsrichtung	74
7.4.2	Anwendungen mit vertikaler Bewegungsrichtung	75
7.4.3	Berechnungen	77
7.4.4	Daten für die Eingabe	81
7.5	Omega-Riemenantrieb	84
7.5.1	Anwendungen mit horizontaler Bewegungsrichtung	85
7.5.2	Anwendungen mit vertikaler Bewegungsrichtung	86
7.5.3	Berechnungen	88
7.5.4	Daten für die Eingabe	92
7.6	Zahnstangenantrieb	95
7.6.1	Berechnungen	95
7.6.2	Daten für die Eingabe	98
7.7	Spindelantrieb	101
7.7.1	Berechnungen	101
7.7.2	Daten für die Eingabe	105
7.8	Radantrieb	107
7.8.1	Berechnungen	108
7.8.2	Daten für die Eingabe	111
7.9	Hubantrieb ohne Gegengewicht	114
7.9.1	Berechnungen	115
7.9.2	Daten für die Eingabe	120
7.10	Hubantrieb mit Gegengewicht	123
7.10.1	Berechnungen	124
7.10.2	Bewegte Masse	129
7.10.3	Daten für die Eingabe	130
7.11	Kettenförderer	134
7.11.1	Berechnungen	135
7.11.2	Daten für die Eingabe	138
7.12	Rollenförderer	140
7.12.1	Berechnungen	140
7.12.2	Daten für die Eingabe	143
7.13	Gurtförderer Stückgut	147
7.13.1	Berechnungen	147
7.13.2	Daten für die Eingabe	149
7.14	Gurtförderer Schüttgut	153
7.14.1	Berechnungen	153
7.14.2	Daten für die Eingabe	156
7.15	Gleichlaufantrieb Einfachwalze	160
7.15.1	Berechnungen	161
7.15.2	Daten für die Eingabe	162
7.16	Gleichlaufantrieb Quetschwalzen	166
7.16.1	Berechnungen	167
7.16.2	Daten für die Eingabe	169
7.17	Allgemeiner rotatorischer Antrieb	173
7.17.1	Berechnungen	173
7.17.2	Daten für die Eingabe	174

7.18	Drehtischantrieb	175
7.18.1	Berechnungen	175
7.18.2	Daten für die Eingabe	177
7.19	Pumpe	178
7.19.1	Berechnungen	178
7.19.2	Daten für die Eingabe	180
7.20	Ventilator	182
7.20.1	Berechnungen	182
7.20.2	Daten für die Eingabe	184
7.21	M-n-Betriebspunkte importieren	186
7.21.1	Daten für die Eingabe	187
7.22	Mehrachsverbund auslegen	188
7.22.1	Bremsenergie nutzen	188
7.22.2	Antriebsachsen kombinieren	190
7.22.3	Lenze-Produkte kombinieren	196
7.22.4	Auslegung durchführen	197
7.22.5	Projekte parametrieren	199
7.22.6	Optionen festlegen	201
7.23	Wickelantrieb Aufwickler/Abwickler	203
7.23.1	Aufwickler (einfach)	203
7.23.2	Abwickler (einfach)	208
7.23.3	Strategien zur Auslegung	213
7.23.4	Zugkraftgesteuerter Wickelantrieb	215
7.23.5	Not-Halt-Szenarien prüfen	216
7.23.6	Daten der Anwendung	217
7.23.7	Daten für die Bewegung	224
7.24	Kurbeltrieb	229
7.24.1	Neigungswinkel des Kurbeltriebs	230
7.24.2	Physikalische Größen bei Kurbelstange und Kurbelscheibe	231
7.24.3	Startwinkel der Kurbel	232
7.24.4	Versatz der Schubachse	234
7.24.5	Regelungsarten für Kurbeltriebe	235
7.24.6	Berechnete Ergebnisse	235
7.24.7	Daten für die Eingabe	236
7.25	Exzenterhubtisch	239
7.25.1	Startwinkel der Exzenterzscheibe	240
7.25.2	Daten für die Eingabe	241
8	Bewegungsdesign	243
8.1	Vorgabe Bewegungsprofil	243
8.2	MotionDesigner	244
8.2.1	Steuer- und Funktionselemente	245
8.2.2	Symbolleiste	246
8.2.3	Bildschirmteiler	247
8.2.4	Objektbereich	248
8.2.5	Bewegungsprofile verwalten	253
8.2.6	Grafikbereich	258
8.2.7	Parameterbereich: Beschreibung	266
8.2.8	Positionierung	274
8.2.9	Parameterbereich: Daten für die Eingabe	276
8.2.10	Bewegungsprofil: Anwendungshinweise	282

8.3	Vordefiniertes Bewegungsprofil nach Betriebsart	289
8.3.1	Dauerbetrieb S1	289
8.3.2	Kurzzeitbetrieb S2	290
8.3.3	Aussetzbetrieb S3, S4, S5	291
8.3.4	Aussetzbelastung S6, S7	292
8.3.5	Daten für die Eingabe	293
9	Netz und Umgebung	296
9.1	Elektrisches Versorgungsnetz	296
9.1.1	Netzsystem	296
9.2	Umgebungsbedingungen	297
9.2.1	Max. Umgebungstemperatur Motor/Getriebe	297
9.2.2	Max. Umgebungstemperatur Umrichter	298
9.2.3	Aufstellhöhe	299
9.3	Berechnung des Netzstroms	300
10	Aufbau der Antriebsachse	301
10.1	Mechanische Antriebsachse	302
10.1.1	Lenze-Getriebe	302
10.1.2	Zusätzliches Antriebselement	303
10.1.3	Rückführung	303
10.1.4	Elektromechanische Bremse	303
10.2	Elektrische Antriebsachse	304
10.2.1	Motor am Netz	304
10.2.2	Umrichter mit Netzeinspeisung (Einzelachsenanwendung)	304
10.2.3	Umrichter mit DC-Einspeisung (Mehrachsanwendung)	304
10.3	Antriebskonzept	305
10.3.1	Anwendermotor anzeigen	306
10.3.2	Getriebe	307
10.3.3	Montage Getriebe/Motor	310
10.3.4	Motor	311
10.3.5	Umrichter	316
10.3.6	Übersicht Regelungsarten Motor/Umrichter	324
10.3.7	Auswahlhilfe: Produkte für Antriebssysteme (ohne Wickler)	329
10.3.8	Auswahlhilfe: Produkte für Wickelantriebssysteme	330
10.3.9	Auswahlhilfe: Regelungsarten für Wickelantriebssysteme	332
11	Antriebsauslegung	333
11.1	Vorauswahl Getriebemotor	333
11.1.1	Motorherkunft	333
11.1.2	Motorgruppe	334
11.1.3	Zusätzliches Trägheitsmoment Motorwelle	335
11.1.4	Einbaulage	336
11.1.5	Mittlere tägliche Betriebsdauer	338
11.1.6	Zusätzliches Antriebselement (K)	338
11.1.7	Energiesparfunktion	338
11.1.8	Minimale Übersetzung (K)	339
11.1.9	Maximale Übersetzung (K)	339
11.2	Auswahl Motor	340
11.2.1	Auswahltabelle	340
11.2.2	Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie	343
11.3	Auswahl Lenze Smart Motor	346
11.3.1	Auswahltabelle	346
11.3.2	Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie	348

11.4	Auslegungskriterien für den Motor	350
11.4.1	Motoren für 87-Hz-Betrieb	350
11.4.2	Motoren für 120-Hz-Betrieb	350
11.4.3	Auslegungsrichtlinien und Auslegungshinweise	351
11.4.4	Feldschwächung beim Wickelantrieb	351
11.4.5	Thermische Auslastung	353
11.4.6	Lastabstimmungsfaktor	354
11.4.7	Radialkräfte/Axialkräfte	360
11.5	Lagerflansch Anwendermotor zuordnen	361
11.6	Auswahl mechanische Bremse	363
11.6.1	Auswahltabelle	363
11.6.2	Bremsentypen	366
11.6.3	Diagramm Haltemoment	367
11.6.4	Auslegungskriterien	369
11.7	Auswahl Lenze-Getriebe	370
11.7.1	Auswahltabelle	370
11.7.2	Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie	373
11.8	Auslegungskriterien für das Lenze-Getriebe	374
11.8.1	Prüfung der Drehmomentbelastung	374
11.8.2	Prüfung der Drehzahlbelastung	378
11.8.3	Radial- und Axialkräfte	378
11.8.4	Thermische Auslastung	379
11.9	Auswahl zusätzliches Antriebselement	381
11.9.1	Typbezeichner	381
11.9.2	Übersetzung	381
11.9.3	Wirkungsgrad	381
11.9.4	Trägheitsmoment	381
11.9.5	Zulässiges Drehmoment	382
11.9.6	Konstanter Drehmomentverlust	382
11.10	Umrichter	383
11.10.1	Vorauswahl	383
11.10.2	Auswahltabelle	385
11.10.3	Auslegungskriterien	387
11.11	Auswahl Rückführung	396
11.11.1	Auswahltabelle	396
11.11.2	Auslegungskriterien	397
12	Komponenten im DC-Zwischenkreis	399
12.1	Einspeisekonzept	399
12.2	Versorgungsmodul 9400	400
12.2.1	Auswahltabelle	400
12.2.2	Auslastung	401
12.3	Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400	402
12.3.1	Auswahltabelle	402
12.3.2	Auslastung	403
12.4	Versorgungsmodul i700	404
12.4.1	Auswahltabelle	404
12.4.2	Auslastung	405
12.5	Auswahl Komponenten	406

12.6	Auswahl Bremswiderstand	406
12.6.1	Anzahl integrierte Bremstransistoren	407
12.6.2	Verschaltung Bremswiderstände	407
12.6.3	Auswahltabelle	408
12.6.4	IP-Schutzart	409
12.6.5	Auslastung integrierter Bremstransistor	410
12.6.6	Auslastung Bremswiderstand	412
13	Produktoptionen	415
14	Energieeffizienz	416
14.1	Lenze BlueGreen Solutions	417
14.1.1	Basisdaten zur Energiekostenberechnung	417
14.1.2	Projektdaten	418
14.1.3	Diagramme und Projektvergleich	418
14.1.4	Kostenvergleich TOP 3	419
14.1.5	Der Energiepass	421
14.1.6	Energie- und Leistungsflüsse	422
14.1.7	Energieeffizienzanalyse bei unterschiedlichen Lastkollektiven	423
14.2	Tipps zur Optimierung von Antriebssystemen	425
14.2.1	Einsparpotenziale bei Anwendungen	426
14.2.2	Einachsananwendung optimieren	427
14.2.3	Mehrachsananwendung optimieren	427
14.2.4	Energieeffizienz im Mehrachsverbund	428
15	Ergebnisse: Vergleichen, optimieren, protokollieren	431
15.1	Skizze	432
15.2	Ergebnisse	436
15.3	Protokolle	437
15.3.1	Kurzgefasstes Protokoll	437
15.3.2	Ausführliches Protokoll	438
15.3.3	Inbetriebnahme-Daten	438
15.3.4	SAP-Liste der Konfiguration	438
15.3.5	Einstellungen Ausgabe	440
15.4	Vergleich und weitere Ergebnisse	441
15.4.1	Application Tuner	441
15.4.2	Gegenüberstellung der geöffneten Projekte	441
15.4.3	BlueGreen Solutions	442
15.5	Konstruktionsdaten und Übergabe an »EASY Product Finder«	442
15.5.1	CAD-Daten Getriebemotor	442
15.5.2	CAD-Daten Umrichter	442
15.5.3	Warenkorb für »EASY Product Finder«	443
15.6	Reserven bei der Antriebsauslegung	444
15.6.1	Dynamische Reserven	444
15.6.2	Stationäre Reserven	444
15.6.3	Drehzahlreserven	445
15.6.4	Drehmomentreserven des Motors	445
15.6.5	Reserven bei Umrichtern, Versorgungsmodulen, Versorgungs- und Rückspeisemodulen	445
15.6.6	Reserven bei Bremswiderständen und Bremschopperrn	446
15.6.7	Reserven bei Getrieben	447
15.6.8	Reserven bei Antriebssystemen mit aktiver Last	448
15.6.9	Reserven bei Antriebssystemen mit passiver Last	448

16	Anwendermotoren verwalten	449
16.1	Benutzeroberfläche	450
16.2	Symbolleiste	451
16.3	Verwaltungsbereich	451
16.4	Eingabebereich	452
16.4.1	Registerkarte "Technologie"	453
16.4.2	Registerkarte "Mechanisch"	454
16.4.3	Registerkarte "Elektrisch"	456
16.4.4	Registerkarte "Ersatzschaltbild"	457
16.4.5	Registerkarte "Zubehör"	460
16.4.6	Registerkarte "Kommentar"	460
16.5	Checkliste Asynchronmotor	461
16.6	Checkliste Synchronmotor	463
17	Hilfsmittel	465
17.1	Hilfsrechner	466
17.1.1	Taschenrechner (Microsoft® Rechner)	468
17.1.2	Masserechner	469
17.1.3	Trägheitsrechner	471
17.1.4	Getrieberechner	474
17.1.5	Rechner "Durchmesser Ritzel"	476
17.1.6	Rechner "Masse Gegengewicht (Hubantrieb)"	477
17.1.7	Rechner "Masse Seil/Kabel (Hubantrieb)"	478
17.1.8	Rechner "Masse Streckenlast (Fördertechnik)"	479
17.1.9	Rechner "Masse Fördermenge (Fördertechnik)"	480
17.1.10	Rechner "Masse Riemen"	481
17.1.11	Rechner "Staukraft (Fördertechnik)"	483
17.1.12	Rechner "Fahrwiderstand"	484
17.1.13	Rechner "Wirkungsgrad Spindel"	487
17.2	Physikalische Beiwerte	488
17.3	MotionDesigner	489
17.4	Lenze Intranet	489
17.5	Lenze Internet	490
17.6	Lenze «EASY Product Finder»	490
18	Einschränkungen der Antriebsauslegung	491
18.1	Feldschwächung	491
18.2	Weltweite Netzspannungen und Netzformen	492
18.3	Netzunterspannungen: Einfluss auf das Betriebsverhalten	492
18.4	Hochdynamische Anwendungen mit Beschleunigungszeiten < 50 ms	492
18.5	Rückführsysteme	493
18.6	Mechanische Bremsen für Wickelantriebe	493
18.7	Sättigungseffekte im Motor bei > 200 % MN	494
18.8	Radial- und Axialbelastungen der Motor- bzw. Getriebewelle	495
18.9	Betriebsbremse, Haltebremse mit Sicherheitsfunktion	496
18.10	Verschiebung der M-n-Kennlinie	497
18.11	Maximal zulässige Motorleitungslänge	498
18.12	Auswirkungen von niedrigen Schaltfrequenzen auf den Motor	498
18.13	Motortemperaturüberwachung nach UL 508C	499
18.14	Betrieb von Umrichtern am FI-Schalter	500
18.15	Qualitative Anforderungen an die Anwendung	500
18.16	Netzurückwirkungen	500
18.17	Mehrere Motoren parallel an einem Umrichter (Gruppenantriebe)	501
18.18	Mehrere Motoren parallel an mehreren Umrichtern	502
18.19	ATEX für Getriebe	502

18.20	Anwendungen mit kleinen Drehfeldfrequenzen	503
18.21	Not-Halt-Szenarien	503
18.22	Schalten in der Motorleitung	503
18.23	Filter in der Motorleitung	503
18.24	Einsatz von Lagerstromdrosseln	504
18.25	Verbesserte Motorregelung mit Temperaturerfassung	504
18.26	Servomotoren ohne Getriebe über Montageflansch kühlen	505
18.27	Dauerlast bei kleinen Motordrehzahlen für Anwendungen nach UL	505
19	Meldungen zur Antriebsauslegung	506
19.1	Anwendung	506
19.1.1	Verhältnis der Zugkräfte $F_{in} / F_{out} > \text{Grenzwert}$	506
19.1.2	Verhältnis der Zugkräfte $F_{out} / F_{in} > \text{Grenzwert}$	506
19.1.3	Differenz der Zugkräfte $F_{in} - F_{out} > \text{Grenzwert}$	506
19.1.4	Drehzahl der Anwendung = 0 (Stillstand)	507
19.1.5	Sicherheitsprüfung der Reglersperre nicht bestanden	507
19.1.6	Keine Werte für das Drehmoment der Anwendung vorhanden	507
19.1.7	Parameter des Bewegungsprofils wird nicht ausgewertet	508
19.1.8	Auslastung des DC-Schienensystems beträgt xxx %	508
19.1.9	Drehmomentstellbereich >50 bei Wickler-Regelungsverfahren xxx	508
19.1.10	Reibungsarmer Tänzer erforderlich bei Zugkraftstellbereich xxx	509
19.1.11	Wertebereich für den Durchmesser des Wickels nicht plausibel	509
19.1.12	Wertebereich für die Zugkraft des Wicklers nicht plausibel	509
19.1.13	Hohes Losbrechdrehmoment beim Kettenförderer	509
19.1.14	Die Daten des Bewegungsprofils sind inkonsistent	510
19.1.15	Die Länge der Kurbel ist größer als die Länge des Pleuels	510
19.1.16	Die Länge des Pleuels ist kürzer als die doppelte Länge der Kurbel	510
19.1.17	Versatz der Schubachse ist zu groß	510
19.1.18	Anzahl der Stützstellen im Bewegungsprofil ist zu groß	511
19.1.19	Generatorische Energie beim Rollenförderer	511
19.2	Antriebssystem	512
19.2.1	Auslastung > 100 %, bezogen auf das max. Drehmoment	512
19.2.2	Im DC-Verbund wird der Bremskreis des Umrichters nicht geprüft	512
19.2.3	Im DC-Verbund ist der EMV-Schutz des Geräts unwirksam	512
19.2.4	Produkt wurde abgekündigt	513
19.2.5	Keine wirksame Einschaltstrombegrenzung vorhanden	513
19.2.6	Antriebssystem und Zugkraftsensor prüfen	513
19.2.7	Drehmomentstellbereich yyy erfordert Maßnahmen	513
19.2.8	Drehmomentstellbereich yyy und Zugkraftstellbereich zzz erfordern Maßnahmen	514
19.2.9	Max. Drehmoment für Not-Halt überschritten	514
19.2.10	Produktoptionen für Komponente nicht verfügbar	515
19.3	Zusätzliches Antriebselement	516
19.3.1	Bemessungs-Drehmomentverlust wird überschritten	516
19.3.2	Min. Übersetzung (K) ist größer max. Übersetzung (K)	516
19.4	Lenze-Getriebe	517
19.4.1	Auslastung > 100 %, bezogen auf das äquivalente Drehmoment	517
19.4.2	Auslastung > yyy %, bezogen auf das max. Drehmoment	517
19.4.3	Auslastung > 100 %, bezogen auf die max. Drehzahl	518
19.4.4	Auslastung > 100 %, bezogen auf die thermische Drehzahl	518
19.4.5	Auslastung der Kupplung > 100 %, bezogen auf das Drehmoment	518
19.4.6	Auslastung der Kupplung > 100 %, bezogen auf die Drehzahl	519
19.4.7	Thermische Überlastung bei Verwendung von mineralischem Getriebeöl	519
19.4.8	Auslastung beträgt xxx %, bezogen auf das max. Drehmoment	519
19.4.9	Belastung des Wellendichtrings beträgt xxx %, bezogen auf die Drehzahl	520

19.4.10	Verschleiß des Getriebes > 100 %	520
19.4.11	Synthetisches Öl für Getriebe der Wickelanwendung verwenden	520
19.4.12	Keine Produktoptionen verfügbar	521
19.4.13	Zu geringe Belastbarkeit des Getriemotors bei Anwendung mit Sicherheitsgeber	521
19.5	Lenze-Motor	522
19.5.1	Auslastung > 100 %, bezogen auf das effektive Drehmoment	522
19.5.2	Max. Motordrehzahl ist größer als zulässige Motordrehzahl	522
19.5.3	Max. Abtriebsdrehmoment ist größer als zulässiges Motordrehmoment	522
19.5.4	Motor wird in der Feldschwächung betrieben	523
19.5.5	Max. Fehlanpassung ist größer als zulässige Fehlanpassung	523
19.5.6	Instabiles Regelverhalten des Wickelantriebs bei drehzahlgeführtem Betrieb	523
19.5.7	Erforderliche max. Motordrehzahl zu gering	524
19.5.8	Max. zulässige Motorstrom von yyy wird überschritten	524
19.5.9	Überlastung des Motors > xxx %	524
19.5.10	Max. zulässige Umgebungstemperatur des Fremdlüfters wird überschritten	525
19.5.11	Dauerbetriebskennlinie für den Betrieb am Umrichter nicht vorhanden	525
19.5.12	Motortemperatur zu hoch bei Schaltfrequenz < 8 kHz	525
19.5.13	Grenzwert von xxx % des Bemessungsdrehmoments wird überschritten	526
19.5.14	Einhaltung der ErP-Richtlinie 2009/125/EG	527
19.5.15	Keine Prüfung der thermischen Motorauslastung nach UL-Anforderung	528
19.5.16	Motor überdimensioniert bei zugkraftgesteuertem Wickelantrieb	528
19.5.17	Drehzahl geregelter Wickelantrieb kann sich instabil verhalten	528
19.5.18	Feldschwächfaktor k_f > als das Wickelverhältnis q	529
19.5.19	"Bremsen im Stillstand" aktivieren	529
19.5.20	"Reglersperre im Stillstand" aktivieren	529
19.5.21	Motordrehzahl unterschreitet Grenzdrehzahl von 500 min^{-1}	530
19.5.22	Motordrehzahl überschreitet Grenzdrehzahl von 2600 min^{-1}	530
19.5.23	Thermische Auslastung des Servo-Synchronmotors wird überschritten	530
19.5.24	Verzögerungszeit überschreitet zulässige Zeit von 20 s	531
19.5.25	Beschleunigungszeit überschreitet zulässige Zeit von 20 s	531
19.5.26	Max. Motordrehmoment wird überschritten	531
19.5.27	Verlängerter Bremsweg im generatorischen Betrieb unterhalb von 500 1/min	532
19.5.28	Zulässige Umgebungstemperatur überschreitet 40°C	532
19.5.29	Unvollständige Prüfung des Not-Halt	532
19.5.30	Deaktivierung spezifischer Prüfungen für den Lenze Smart Motor	533
19.5.31	Zusätzliche Prüfung beim Servo-Synchronmotor im Feldschwächbereich erforderlich	533
19.5.32	Umgebungstemperatur zu hoch	533
19.5.33	Max. zulässige Aufstellhöhe überschritten	534
19.5.34	Prüfung des Stillstands unter Last mit realen Stillstandszeiten	534
19.6	Bremse	535
19.6.1	Kennmoment/Auslegungsmoment < Sicherheitsfaktor Bremse	535
19.6.2	Haltebremse: Funktion und Not-Stopp	535
19.6.3	Keine Bremse vorhanden	536
19.6.4	Permanentmagnet-Haltebremse ist nicht geeignet für Hubantriebe	536
19.6.5	Import eines Bewegungsprofils - keine Prüfung der mechanischen Bremse	536
19.6.6	Bremse im Bewegungsprofil nicht aktiviert - keine Prüfung der mechanischen Bremse	537
19.6.7	Haltebremse ist nicht geeignet für die nicht lineare Anwendung	537
19.6.8	Haltebremse nicht geeignet für aktive Lasten	537

19.7	Rückführung	538
19.7.1	Kombination Umrichter/Rückführung nicht möglich	538
19.7.2	Keine Rückführung gewählt	538
19.7.3	Rückführsystem wird nicht geprüft	538
19.7.4	Rückführsystem für sicherheitsgerichtete Anwendungen wird nicht geprüft	539
19.7.5	Instabiles Regelverhalten beim drehzahlgeführten Wickelantrieb	539
19.7.6	Auswertung der Rückführung in Einkabeltechnologie nicht möglich	540
19.7.7	Rückführung ist in Einkabeltechnologie ausgeführt	540
19.8	Umrichter	541
19.8.1	Umgebungstemperatur zu hoch	541
19.8.2	Max. zulässige Aufstellhöhe überschritten	541
19.8.3	Max. Ausgangsstrom überschritten	541
19.8.4	Max. thermische Auslastung >100 %	542
19.8.5	Regelungsart für Hubantrieb nicht geeignet	542
19.8.6	Umrichter als Doppelachse ausgeführt	542
19.8.7	Stromaflösung nicht an den Motor angepasst	543
19.8.8	Auslastung des Umrichters >100 %	543
19.8.9	Auslastung des Umrichters nach Netzeinschalten zu groß	544
19.8.10	Regelungsart VFC plus ohne Rückführung nicht zulässig	544
19.8.11	Regelungsart SLVC ist bei Umrichtern >55 kW nicht zulässig	544
19.8.12	Zu geringe Bremsmomente bei kleinen Drehzahlen	545
19.8.13	Motorgrenzleistung wird überschritten	545
19.8.14	Die Dauerstromfähigkeit des Umrichters wird unterschritten	545
19.8.15	Regelungsart VFC plus eco für quasistationäre Antriebe	546
19.8.16	VVC-Regelung aktivieren	546
19.8.17	Regelungsarten SLVC und VFC plus nicht bei Synchronmotoren	546
19.8.18	Keine Produktoptionen verfügbar	547
19.8.19	Netzdrossel erforderlich	547
19.8.20	Besondere Maßnahmen bei Betrieb mit erhöhter Bemessungsleistung	547
19.8.21	Motorregelung xxx für Wickler-Regelungsverfahren yyy nicht geeignet	548
19.8.22	Motorregelung xxx für Wickler-Regelungsverfahren yyy bedingt geeignet	548
19.8.23	Keine elektrischen Bremskomponenten verfügbar	548
19.8.24	I _{xt} -Auslastung des Bremstransistors ist >100 %	548
19.8.25	Thermische Auslastung des Umrichters ist >80 %	549
19.8.26	Umrichter-Bemessungsstrom ist <xxx % des Motor-Bemessungsstroms	549
19.8.27	Temperatursensor wird vom Umrichter nicht ausgewertet	549
19.8.28	Regelungseigenschaften bei Servoregelung nicht optimal	550
19.8.29	Schaltfrequenzabsenkung in Abhängigkeit der I _{xt} -Auslastung	550
19.8.30	Die Kombination des Servoumrichters i950 mit Produkten außerhalb der i-Serie ist nicht freigegeben	550
19.8.31	Hubwerk kann bei bestimmten Schaltfrequenzen durchsacken	551
19.8.32	Kontrollverlust über Hubwerkantrieb bei bestimmten Schaltfrequenzen	551
19.8.33	Bei Einzelmontage keine feste Zuordnung zwischen Motor- und Umrichterleistung	551
19.9	Versorgungs- und Rückspeisemodul	552
19.9.1	Umgebungstemperatur zu niedrig	552
19.9.2	Umgebungstemperatur zu hoch	552
19.9.3	Max. Aufstellhöhe überschritten	552
19.9.4	Max. Leistung im Einspeisebetrieb überschritten	552
19.9.5	Auslastung überschritten, bezogen auf die zulässige Dauerleistung	553
19.9.6	Max. Leistung im DC-Zwischenkreis (Rückspeisung) zu hoch	553
19.9.7	I _{xt} -Auslastung des Bremstransistors ist > 100 %	553
19.9.8	Zulässige Impulsleistung wird überschritten	553
19.9.9	Zulässige Leistung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls wird überschritten	554

19.10	Versorgungsmodul	555
19.10.1	Umgebungstemperatur zu niedrig	555
19.10.2	Umgebungstemperatur zu hoch	555
19.10.3	Max. Aufstellhöhe überschritten	555
19.10.4	Auslastung überschritten, bezogen auf die max. Leistung (Einspeisung)	555
19.10.5	Auslastung überschritten, bezogen auf die max. Leistung des Bremstransistors	556
19.10.6	Auslastung >100 %, bezogen auf die DC-Zwischenkreisleistung (Einspeisung)	556
19.10.7	Auslastung des Versorgungsmoduls ist >100 %	556
19.11	Bremschopper	557
19.11.1	Umgebungstemperatur des Bremschoppers zu hoch	557
19.11.2	Zulässige Aufstellhöhe des Bremschoppers überschritten	557
19.11.3	Dauerauslastung des Bremschoppers >100 %	557
19.11.4	Auslastung > 100 %, bezogen auf die Spitzenbremsleistung	558
19.11.5	Generatorische Leistung wird nicht sicher abgeführt	558
19.12	Bremswiderstand	559
19.12.1	Resultierender Bremswiderstand zu klein	559
19.12.2	Dauerauslastung des Ersatzwiderstands ist > 100 %	559
19.12.3	Max. Auslastung des Ersatzwiderstands ist > 100 %	559
19.12.4	Max. zulässiger Widerstandswert wird überschritten	560
19.12.5	Thermische Zeitkonstante des Bremswiderstands ist zu klein	560
19.12.6	Temperaturüberwachung für den eingebauten/angebauten Bremswiderstand löst aus	560
19.12.7	Interne Bremswiderstände prüfen	561
19.12.8	Auslastung des Bremswiderstands ist >yyy %	561
19.13	Anwendermotor	562
19.13.1	Eingeschränkte Prüfung des Anwendermotors	562
19.13.2	Keine Optionen verfügbar für Anwendermotor	562
19.13.3	Getriebe-Lagerflansch für Anwendermotor konfigurieren	562
20	Feedback, Hilfe & Support	563
20.1	Nutzungsdaten erfassen	563
20.2	Ihre Meinung ist uns wichtig	565
21	Glossar	566
22	Index	570

1 Hinweise zur Nutzung

1.1 Lizenz- und Vertragsbedingungen

1 Hinweise zur Nutzung

1.1 Lizenz- und Vertragsbedingungen

Die Nutzung des »Drive Solution Designer« wird nur erlaubt, wenn der Anwender die Lizenz- und Vertragsbedingungen in der aktuell gültigen Fassung akzeptiert.

- Die gültige Fassung der Lizenz- und Vertragsbedingungen finden Sie unter <http://www.Lenze.com>

1.2 Allgemeine Geschäftsbedingungen

Für Lieferungen und Beratungsleistungen gelten im übrigen die jeweils gültigen Allgemeinen Geschäftsbedingungen der Lenze-Gruppe.

- Die gültigen Allgemeinen Geschäftsbedingungen finden Sie unter <http://www.Lenze.com>

1.3 Wichtige Informationen über das Programm

Der »Drive Solution Designer« unterstützt Sie auf der Basis von Lenze-Produkten, für eine Antriebsaufgabe eine richtige und machbare Lösung zu finden.

- Hierzu ist im »Drive Solution Designer« eine Wissensbasis mit Umrichtern, Motoren, Getrieben, elektrischen Bremseinheiten, mechanischen Bremsen und Rückführsystemen hinterlegt, die für die Berechnung der Antriebslösung verwendet wird.
- Der »Drive Solution Designer« berechnet nicht nur anhand von Formeln die physikalischen Zusammenhänge, sondern filtert aus der Wissensbasis Lösungsvorschläge nach verschiedenen Kriterien.



Hinweis!

Die im »Drive Solution Designer« enthaltenen produktspezifischen Daten von Antriebskomponenten unterliegen keinem zyklischen Änderungsdienst.

Im Zweifelsfall gelten die Angaben in den aktuell gültigen Produktdokumentationen (Kataloge, Betriebsanleitungen, Systemhandbücher, usw.), die in gedruckter Form und über das Internet verfügbar sind.

Warum haben wir DSD entwickelt?

Antriebssysteme werden immer leistungsfähiger und müssen optimal auf mechatronische Bedürfnisse abgestimmt werden. Der Kostendruck im Maschinenbau steigt permanent. Gleichzeitig steht jedoch weniger Zeit für Planung, Auslegung und Auswahl des Antriebssystems zur Verfügung. Diese hohen Marktanforderungen haben uns dazu motiviert, eine leistungsfähige Software zu entwickeln, die komplizierte Berechnungen der Antriebsphysik durchführen kann. Das Programm basiert auf einem komplexen Produktwissen und ist von jedem Techniker leicht anwendbar. Mit dem DSD können Sie in wenigen Minuten Ihre Antriebsaufgabe professionell lösen und durchgängig dokumentieren. So können auch Andere Ihre Berechnungen jederzeit gut nachvollziehen. Außerdem können Sie mit dem DSD die Anwendung und das Antriebssystem energieeffizient optimieren.

Wer hat DSD entwickelt?

Das Programm ist von Antriebsspezialisten und Informatikern in Kooperation mit erfahrenen Lenze-Vertriebsmitarbeitern entwickelt worden. Die Zusammenarbeit dieses interdisziplinären Entwicklungsteams ermöglicht die Durchführung von sehr praxisnahen Auslegungen mit DSD.

Wer arbeitet bisher mit DSD?

Lenze Vertriebsmitarbeiter, Lenze-Kunden und Hochschulen arbeiten heute weltweit mit DSD. Seit 2002 sammeln wir bereits Erfahrungen mit diesem Auslegungsprogramm für Antriebe. Auf Basis dieser Erfahrungen wird DSD kontinuierlich weiter entwickelt und an aktuelle Bedürfnisse angepasst.

Was wird mit DSD ausgelegt und was nicht?

Eine Auslegung berücksichtigt die Antriebskomponenten: Getriebe, Motor, Umrichter, motorseitiger Geber, elektrische Bremseinheiten, Versorgungs- und Rückspeisemodule sowie elektromechanische Bremsen.

Weiteres Zubehör wie Netzfilter, Automatisierungsbaugruppen, Gerätesoftware etc. lässt sich derzeit nicht im DSD konfigurieren, kann aber über den »EASY Product Finder« ermittelt werden.

- Den »EASY Product Finder« finden Sie im Internet:
<http://www.Lenze.com> → Bereich "Product Finder"

Wer ist für das Auslegungsergebnis verantwortlich?

DSD hat sich in den vergangenen Jahren bei unzähligen Antriebsauslegungen bestens bewährt. Im Rahmen unseres Qualitätsmanagements erfolgt eine kontinuierliche Programmpflege.

- Servicepacks und Updates stellen wir Ihnen kostenlos im Internet unter <http://www.Lenze.com> im Bereich "Download" zur Verfügung.
- Die Application Knowledge Base (AKB) ist eine wichtige Unterstützung für Ihre Arbeit mit dem DSD.
In der AKB finden Sie:
 - **Release notes (Hinweise zur Einschränkung)**
 - Frequently Ask Questions (FAQ)
 - Tipps und Tricks
- Die AKB finden Sie im Internet:
<http://AKB.Lenze.de>

Jegliche Antriebsauslegungen mit DSD basieren ganz wesentlich auf den von Ihnen als Kunden vorgenommenen Voreinstellungen und den von Ihnen eingegebenen Daten. Bei Vornahme der programmgestützten Berechnungen sind wir daher auf richtige und vollständige Information durch den Kunden angewiesen. Sind unsere Beratungsleistungen oder Programmberechnungen fehlerhaft, unbrauchbar oder unvollständig und beruht dies auf unrichtigen oder unvollständigen Informationen durch den jeweiligen Nutzer ist eine Haftung von Lenze ausgeschlossen.

Lassen sich Fehlermeldungen des Programms nicht durch anderweitige Eingaben beheben oder entstehen sonst Zweifel bei der Anwendung des Programms, ziehen Sie bitte in jedem Falle den für Sie zuständigen Lenze Vertriebsmitarbeiter zu Rate.

Die durch DSD berechnete Auslegung basiert auf allgemeingültigen physikalischen Gesetzen. Werden Produkte anderer Hersteller eingesetzt, übernimmt Lenze für deren Funktion selbstverständlich keine Gewähr. Schließlich: DSD führt eine physikalische Antriebsauslegung durch. Eigenschaften des Betriebsverhaltens einer Antriebslösung können daher notwendigerweise nicht berücksichtigt werden.

2 Über diese Dokumentation

Zielgruppe

Diese Dokumentation richtet sich an alle Personen, die mit der Engineering Software »Drive Solution Designer« Antriebssysteme auslegen möchten.

Informationen zur Gültigkeit

Diese Dokumentation ist gültig für den Lenze »Drive Solution Designer« ab Version 4.9.

Dokumenthistorie

Version			Beschreibung
4.9.1	03/2020	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.9
4.9	10/2019	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.8 • Hinzugefügt: Anwendung "Exzenterhubtisch", Frequenzumrichter i550. • Entfernt: Getriebe GST, MPG, MPR; Motoren MCS, MDxKS.
4.8	04/2019	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.7 • Hinzugefügt: Anwendung "Kurbeltrieb". • Erweitert: Energieeffizienz .
4.7	11/2018	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.6
4.6	11/2017	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.5
4.5	12/2016	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.4
4.4	05/2015	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.3
4.3	11/2014	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.2
4.2	12/2013	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.1
4.1	07/2013	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 4.0
4.0	02/2013	TD23	Teilweise Überarbeitung zur DSD-Version 4.0
3.1	01/2012	TD23	Beschreibungen zu Mehrachsanwendung, Aufbau der Antriebsachse, DC-Zwischenkreis, Energieeffizienz, Warnmeldungen erweitert; Fehler korrigiert.
3.0	02/2011	TD23	Überarbeitung zur DSD-Version 3.0

2.1 Verwendete Konventionen

Diese Dokumentation verwendet folgende Konventionen zur Unterscheidung verschiedener Arten von Information:

Informationsart	Auszeichnung	Beispiele/Hinweise
Zahlenschreibweise		
Dezimaltrennzeichen	Punkt	Es wird generell der Dezimalpunkt verwendet. Zum Beispiel: 1234.56
Textauszeichnung		
Versionsinfo	Textfarbe blau	Alle Informationen, die nur für oder ab einem bestimmten Softwarestand des Umrichters gelten, sind in dieser Dokumentation entsprechend gekennzeichnet. Beispiel: Diese Funktionserweiterung ist ab dem Softwarestand V3.0 verfügbar!
Programmname	» «	Die Lenze PC-Software »PLC Designer«...
Fensterbereich	<i>kursiv</i>	Das <i>Meldungsfenster...</i> / Das Dialogfeld <i>Optionen...</i>
Variablenbezeichner		Durch Setzen von <i>bEnable</i> auf TRUE...
Steuerelement	fett	Die Schaltfläche OK... / Der Befehl Kopieren... / Die Registerkarte Eigenschaften... / Das Eingabefeld Name...
Folge von Menübefehlen		Sind zum Ausführen einer Funktion mehrere Befehle nacheinander erforderlich, sind die einzelnen Befehle durch einen Pfeil voneinander getrennt: Wählen Sie den Befehl Datei→Öffnen , um...
Tastaturbefehl	< fett >	Mit < F1 > rufen Sie die Online-Hilfe auf.
		Ist für einen Befehl eine Tastenkombination erforderlich, ist zwischen den Tastenbezeichnern ein "+" gesetzt: Mit < Shift >+< ESC >...
Programmcode	Courier	IF var1 < var2 THEN a = a + 1 END IF
Schlüsselwort	Courier fett	
Hyperlink	<u>unterstrichen</u>	Optisch hervorgehobener Verweis auf ein anderes Thema. Wird in dieser Online-Dokumentation per Mausklick aktiviert.
Symbole		
Seitenverweis	( 17)	Optisch hervorgehobener Verweis auf eine andere Seite. Wird in dieser Online-Dokumentation per Mausklick aktiviert.
Schrittweise Anleitung		Schrittweise Anleitungen sind durch ein Piktogramm gekennzeichnet.

2.2

Definition der verwendeten Hinweise

Um auf Gefahren und wichtige Informationen hinzuweisen, werden in dieser Dokumentation folgende Signalwörter und Symbole verwendet:

Sicherheitshinweise

Aufbau der Sicherheitshinweise:

**Piktogramm und Signalwort!**

(kennzeichnen die Art und die Schwere der Gefahr)

Hinweistext

(beschreibt die Gefahr und gibt Hinweise, wie sie vermieden werden kann)

Piktogramm	Signalwort	Bedeutung
	Gefahr!	Gefahr von Personenschäden durch gefährliche elektrische Spannung Hinweis auf eine unmittelbar drohende Gefahr, die den Tod oder schwere Verletzungen zur Folge haben kann, wenn nicht die entsprechenden Maßnahmen getroffen werden.
	Gefahr!	Gefahr von Personenschäden durch eine allgemeine Gefahrenquelle Hinweis auf eine unmittelbar drohende Gefahr, die den Tod oder schwere Verletzungen zur Folge haben kann, wenn nicht die entsprechenden Maßnahmen getroffen werden.
	Stop!	Gefahr von Sachschäden Hinweis auf eine mögliche Gefahr, die Sachschäden zur Folge haben kann, wenn nicht die entsprechenden Maßnahmen getroffen werden.

Anwendungshinweise

Piktogramm	Signalwort	Bedeutung
	Hinweis!	Wichtiger Hinweis für die störungsfreie Funktion
	Tipp!	Nützlicher Tipp für die einfache Handhabung

Spezielle Sicherheitshinweise und Anwendungshinweise für UL und UR

Piktogramm	Signalwort	Bedeutung
	Warnings!	Sicherheitshinweis oder Anwendungshinweis für den Betrieb eines UL-approbierten Geräts in UL-approbierten Anlagen Möglicherweise wird das Antriebssystem nicht UL-gerecht betrieben, wenn nicht die entsprechenden Maßnahmen getroffen werden.
	Warnings!	Sicherheitshinweis oder Anwendungshinweis für den Betrieb eines UR-approbierten Geräts in UL-approbierten Anlagen Möglicherweise wird das Antriebssystem nicht UL-gerecht betrieben, wenn nicht die entsprechenden Maßnahmen getroffen werden.

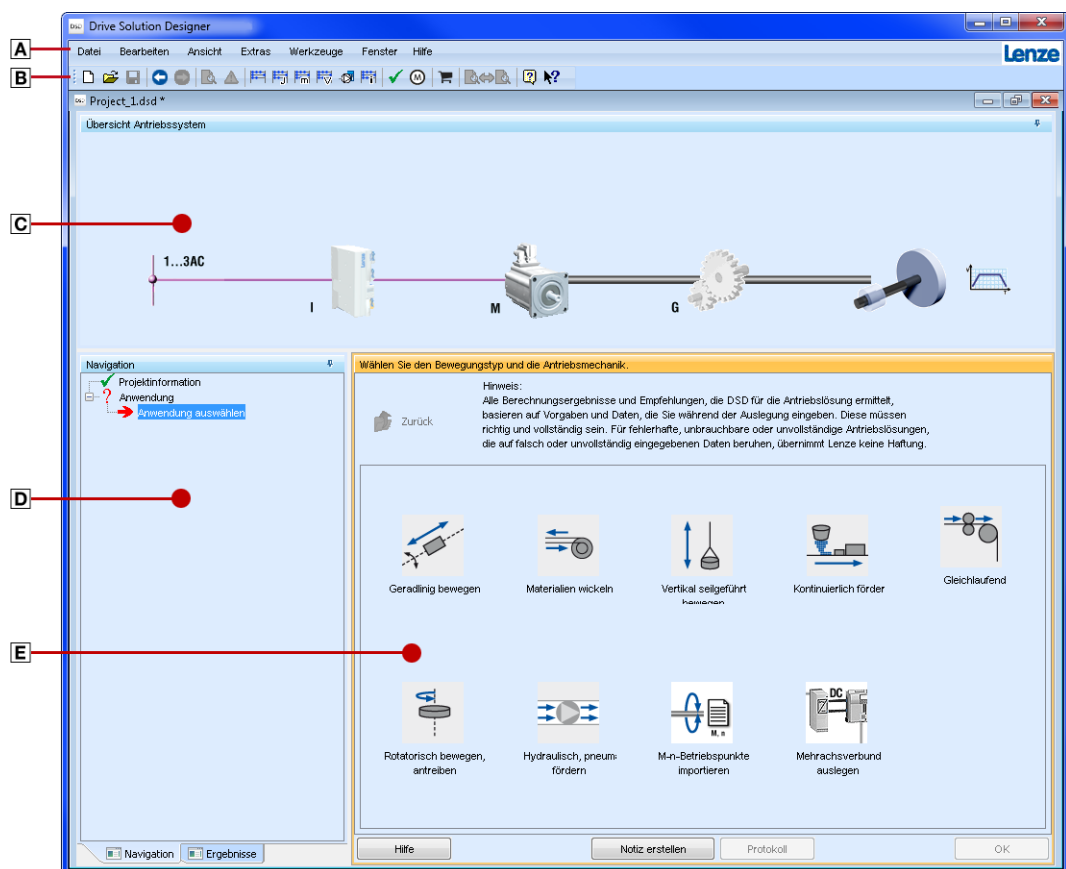
3 Benutzeroberfläche

Dieses Kapitel stellt Ihnen die verschiedenen Steuer- und Funktionselemente der Benutzeroberfläche vor und erklärt, wie Sie das Programm wieder beenden können.

- ▶ [Steuer- und Funktionselemente](#) (19)
- ▶ [Tastaturbefehle](#) (40)
- ▶ [Programm beenden](#) (41)

3.1 Steuer- und Funktionselemente

Die Benutzeroberfläche hat folgende Steuer- und Funktionselemente:



- A [Menüleiste](#) (20)
- B [Symbolleiste](#) (25)
- C [Skizze](#) (28)
- D [Navigationsbaum und Ergebnisbaum](#) (34)
- E [Eingabebereich](#) (35)

3.1.1 Menüleiste

Über die *Menüleiste* haben Sie Zugriff auf alle Menübefehle.

- Klicken Sie auf ein Menü, um die darin enthaltenen Menübefehle einzublenden.
- Klicken Sie auf einen Menübefehl, um die damit verbundene Funktion auszuführen.
 - Menübefehle in grauer Schrift sind im aktuellen Programmzustand inaktiv.

3.1.1.1 Datei

Menübefehl	Funktion
Neu	► Neues Projekt erstellen (📄 49)
Öffnen	► Projekt öffnen (📄 51)
Zuletzt geöffnete Projekte	Eine Liste der letzten fünf bearbeiteten Projekte wird zur Auswahl angeboten
Schließen	Das geöffnete Projekt schließen.
Speichern	► Projekt speichern (📄 53) • Der aktuelle Auslegungszustand wird in einer Projektdatei gespeichert. • Besteht die Projektdatei bereits, wird diese mit dem aktuellen Auslegungszustand überschrieben.
Speichern unter	Den aktuellen Auslegungszustand als Projekt mit dem angegebenen Namen speichern. • Unterscheidet sich der Projektname von dem eventuell gerade bearbeiteten Projekt, so wird dieses umbenannt. • Der Projektname wird in der Fenstertitelleiste angezeigt.
Beenden	► Programm beenden (📄 41)

3.1.1.2 Bearbeiten

Menübefehl	Funktion
Einen Schritt zurück navigieren	Im Navigationsbaum einen Eintrag zurück gehen.
Einen Schritt vor navigieren	Im Navigationsbaum einen Eintrag vor gehen.

3.1.1.3 Ansicht

Menübefehl	Funktion
Notizen	• Notiz aktueller Auslegungsschritt • Einen Kommentar zum aktuellen Auslegungsschritt schreiben oder anzeigen. • Alle Notizen • Anzeige, Drucken oder Löschen aller Kommentare, die zum Projekt erstellt wurden. ► Notizen (📖 38)
Meldungen	Zeigt alle Warnungen, Hinweise und Tipps zur aktuellen Antriebsauslegung. ► Meldungen zur Antriebsauslegung (📖 506)
Auslegungsprotokoll	Protokoll erzeugen und anzeigen. • Das erzeugte Auslegungsprotokoll lässt sich drucken oder in Microsoft Word öffnen. • Die Vollständigkeit des Protokolls ist abhängig vom Fortschritt der Auslegung. Wird zu einem frühen Zeitpunkt das Auslegungsprotokoll geöffnet, werden eventuell einige Komponenten nicht angezeigt. • Am Ende einer Antriebsauslegung bietet der DSD verschiedene Möglichkeiten die Ergebnisse darzustellen. ► Protokolle (📖 437)
Projektvergleich	Projekte untereinander vergleichen. • Sind mehrere Projekte gleichzeitig geöffnet, können Sie diese hinsichtlich der Anwendung und den Komponentenauslastungen vergleichen. ► Protokolle (📖 437)
Produktoptionen für EASY Product Finder / SAP	Zeigt Produktoptionen der Komponenten, die Sie für die Bestellung mit »EASY Product Finder« benötigen. »EASY Product Finder« ist der elektronische Katalog auf der Lenze Webseite.

3.1.1.4 Extras

Menübefehl	Funktion
Sprache wählen	Wechsel der Sprache der Benutzeroberfläche. • Zur Auswahl stehen Deutsch, Englisch (Britisch), Tschechisch, Dänisch, Englisch (Amerikanisch), Spanisch, Französisch, Italienisch, Niederländisch, Russisch, Schwedisch, Chinesisch (einfach) und Chinesisch (traditionell).
Einstellungen	► Einstellungen (📖 43)

3.1.1.5 Werkzeuge

Menübefehl	Funktion
Checkliste Anwendung	Checkliste für eine Anwendung wählen und öffnen. - Für jede Anwendung liegt eine Checkliste mit Abfragen über die jeweilige Anwendung vor. - Mit * gekennzeichnete Parameter müssen für die Auslegung bekannt sein. - Für die Berechenbarkeit müssen mindestens die *-Parameter des Prozesses und die Bewegung bekannt sein, alle weiteren Abfragen über Komponenten sind optional.
Anwendermotoren verwalten	
Alle DSD-Projekte in Warenkorb speichern	
Taschenrechner	► Taschenrechner (Microsoft® Rechner) (📖 468)
Trägheitsrechner	Berechnung von Trägheiten anhand geometrischer Größen und der materialspezifischen Dichte. ► Trägheitsrechner (📖 471)
Masserechner	Berechnung von Massen anhand geometrischer Größen und der materialspezifischen Dichte. ► Masserechner (📖 469)
MotionDesigner	Unabhängig von der Auslegung eines Projekts können Bewegungsprofile grafisch oder manuell erstellt, geladen, bearbeitet und gespeichert werden. ► MotionDesigner (📖 244)
Getrieberechner	Umrechnung von Getriebegrößen. ► Getrieberechner (📖 474)
Energieeffizienz Ventilator/Pumpe	Hilfsrechner, um Energieeinsparungen bei Anwendungen mit Pumpen oder Ventilatoren zu ermitteln. Vergleich einer elektronischen Regelung (Frequenzumrichter) mit einer verlustbehafteten mechanischen Regelung. Dabei werden die Anlagenparameter und die Häufigkeitsverteilung der Belastung vorgegeben.
Spezielle Hilfsrechner	Ermittlung bestimmter Parameter einer Anwendung. Folgende Hilfsrechner sind im DSD enthalten: - Fahrwiderstand - Durchmesser Ritzel - Wirkungsgrad Spindel - Masse Riemen - Masse Fördermenge (Fördertechnik) - Masse Streckenlast (Fördertechnik) - Staukraft - Masse Gegengewicht (Hubantrieb) - Masse Seil/Kabel (Hubantrieb) ► Spezielle Hilfsrechner (📖 467)

Menübefehl	Funktion
Physikalische Beiwerte	Wertetabellen mit physikalischen Beiwerten. Die Tabellen sind auch in Hilfsrechnern und Eingabemasken aufrufbar. Die Beiwerte können so direkt in das Eingabefeld übernommen werden. Folgende Wertetabellen sind im DSD enthalten: • Dichte feste Stoffe • Dichte Wickelmaterialien • Dichte flüssige Stoffe • Haftreibungskoeffizient • Gleitreibungskoeffizient • Reibungskoeffizient bei Rollen • Lager- und Spindelreibung • Spurkranz- und Seitenreibung • Hebelarm der Rollreibung • Beiwert der Nebenkraft bei Gurtförderern • Beiwert des Füllgrades bei Gurtförderern • Wirkungsgrad Antriebselemente ► Physikalische Beiwerte (📖 488)
Formelsammlung	Handbuch "Antriebslösungen – Formeln, Tabellen und Auslegung" im PDF-Format. • Das Nachschlage-, Formel- und Tabellenwerk vermittelt die physikalisch-mathematischen Grundlagen der Antriebstechnik. • Das Handbuch können Sie z. B. mit dem kostenlosen Adobe Reader lesen.
Weitere Hilfsmittel (Weblinks)	Nützliche Verweise auf die Lenze-Webseite. Für die Nutzung ist eine Internet-Verbindung erforderlich. • »EASY Product Finder« • Elektronischer Katalog, um Antriebskomponenten und Zubehör zu konfigurieren und/oder zu bestellen. • Verkaufsunterlagen, Technische Dokumentation, Software • Erzeugung von CAD-Daten • CAD-Daten von Lenze-Motoren • EPLAN-Makros für Lenze Produkte

3.1.1.6 Fenster

Im Menü **Fenster** sind alle geöffneten DSD-Projekte aufgelistet. Durch Auswahl des entsprechenden Menüeintrags wird das Projekt-Fenster in den Vordergrund gestellt. Projekt-Fenster können durch folgende Menübefehle angeordnet werden:

Menübefehl	Funktion
Fenster kaskadieren	Sind mehrere Fenster geöffnet, werden diese leicht versetzt hintereinander angeordnet, dadurch lassen sich schnell andere Fenster auswählen.
Fenster horizontal teilen	Das Anzeigefenster wird horizontal in mehrere Bereiche aufgeteilt. Die Projekte werden untereinander angeordnet.

3.1.1.7 Hilfe

Menübefehl	Funktion
Über DSD	Informationsdialog öffnen, das die Versionsnummer, Registrierinformationen und wichtige Informationen zum DSD anzeigt.
Hilfe	Online-Hilfe öffnen.
Auslegungsbeispiele	Beispiele verschiedener Antriebsauslegungen. Die DSD-Dateien können Sie als Vorlage für eigene Antriebsauslegungen verwenden.
Auf Updates prüfen	Nach verfügbaren Updates für den DSD suchen. Für die Nutzung ist eine Internet-Verbindung erforderlich.
Nutzungserfassung	Protokolldatei mit Nutzungsinformationen zum Lenze DSD-Server senden. - Die Protokolldatei enthält für die Lenze-Entwicklung wichtige Informationen zur Optimierung des Drive Solution Designers. - Für die Nutzung ist eine Internet-Verbindung erforderlich. ► Nutzungsdaten erfassen (📖 563)
Support im Intranet (AKB)	Weblink zur Lenze Application Knowledgebase. - Die Application Knowledgebase enthält eine Vielzahl an Informationen zum Drive Solution Designer. - Für die Nutzung ist eine Internet-Verbindung erforderlich.
Informationen zur Antriebsauslegung	
Support im Web	In der Lenze Application Knowledgebase nach Informationen und Lösungen suchen. Für die Nutzung ist eine Internet-Verbindung erforderlich.
Software Download	Der Downloadbereich der Lenze Application Knowledgebase enthält die aktuelle DSD-Version und die veröffentlichte Service Packs. - Immer das aktuellste Service Pack verwenden! - Für die Nutzung ist eine Internet-Verbindung erforderlich.
Lenze im Internet	Die Lenze Webseite enthält aktuelle Informationen über das Unternehmen und seine Produkte. Für die Nutzung ist eine Internet-Verbindung erforderlich. http://www.Lenze.com

3.1.2 Symbolleiste

Über die Symbole in der *Symbolleiste* können Sie die am häufigsten benötigten Funktionen direkt ausführen.

- Klicken Sie auf ein Symbol, um die entsprechende Funktion auszuführen.

Symbol	Menübefehl	Tastaturbefehl	Funktion
	Datei→Neu	<Strg>+<N>	► Neues Projekt erstellen (📘 49)
	Datei→Öffnen...	<Strg>+<O>	► Projekt öffnen (📘 51)
	Datei→Speichern	<Strg>+<S>	► Projekt speichern (📘 53)
	Bearbeiten→Rückgängig	–	Letzte Aktion rückgängig machen
	Bearbeiten→Wiederholen	–	Letzte, rückgängig gemachte Aktion wiederherstellen
	Ansicht→Auslegungsprotokoll...	–	► Protokolle (📘 437)
	Ansicht→Warnmeldungen...	–	Zeigt alle Warnmeldungen, Hinweise und Tipps zur aktuellen Antriebsauslegung. ► Meldungen zur Antriebsauslegung (📘 506)
	Werkzeuge→Taschenrechner...	–	► Taschenrechner (Microsoft® Rechner) (📘 468)
	Werkzeuge→Trägheitsrechner...	<Alt>+T>	► Trägheitsrechner (📘 471)
	Werkzeuge→Masserechner...	<Alt>+M>	► Masserechner (📘 469)
	Werkzeuge→MotionDesigner...	–	Bewegungsprofile erstellen, ändern und speichern ► MotionDesigner (📘 244)
	Werkzeuge→Energieeffizienz Ventilator/Pumpe...	–	Energieeffizienz für Anwendungen mit Ventilatoren oder Pumpen ermitteln
	Werkzeuge→Getrieberechner...	<Alt>+G>	► Getrieberechner (📘 474)
	Werkzeuge→Checkliste Anwendung...	–	► Datenerfassung über Checklisten (📘 54)
	Werkzeuge→Alle DSD-Projekte im Warenkorb speichern...	–	► Warenkorb für »EASY Product Finder« (📘 443)
	Ansicht→Projektvergleich...	–	► Projektvergleich (📘 60)
	Hilfe→Hilfe	<F1>	Hilfe aufrufen
	–	–	Kontextsensitive Hilfe aufrufen

Im [MotionDesigner](#) führen Sie die am häufigsten benötigten Funktionen über die Symbole in der Symbolleiste aus. Für viele Funktionen sind auch Tastaturbefehle verfügbar. Menübefehle gibt es nicht. (☞ 244)

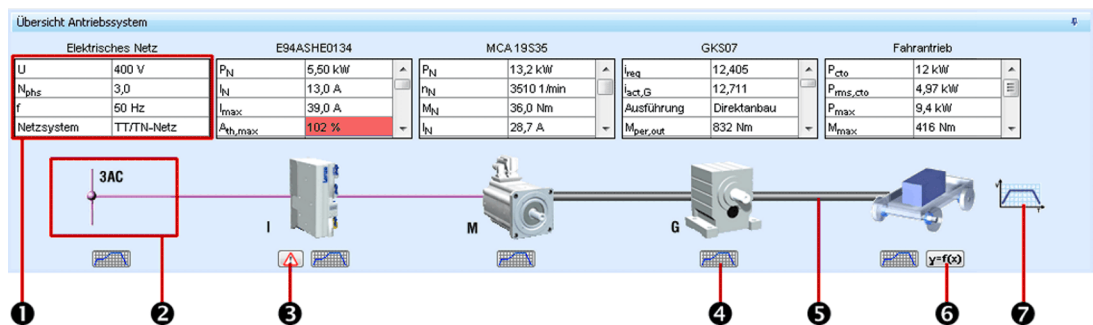
- Klicken Sie auf ein Symbol, um die entsprechende Funktion auszuführen.

Symbol	Tastaturbefehl	Funktion
	<Strg>+<N>	Neues Bewegungsprofil erstellen.
	<Strg>+<O>	Bewegungsprofil laden. ▶ Bewegungsprofil laden (☞ 253)
	<Strg>+<S>	Bewegungsprofil speichern. • Beim Speichern eines neu erstellten Bewegungsprofils wird nach dem Zielort für die Imp-Datei gefragt. • Bei erneutem Speichern des Bewegungsprofils, wird die Imp-Datei aktualisiert. ▶ Bewegungsprofil speichern (☞ 254)
	–	Bewegungsprofil speichern unter... • Beim Speichern wird nach dem Zielort für die Imp-Datei gefragt. ▶ Bewegungsprofil speichern (☞ 254)
	–	Bewegungsprofil mit Parameterprofilen aus einer ASCII-Datei importieren. ▶ Profildaten importieren (☞ 255)
	–	Notiz zum Bewegungsprofil erstellen. • Die Notiz wird dem Auslegungsschritt "Bewegung" angehängt. • Die Funktion ist nur beim anwendungsabhängigen <i>MotionDesigner</i> verfügbar. ▶ Notizen (☞ 38)
	<Entf>	Markiertes Element löschen. • Das Element wird endgültig gelöscht.
	–	Analyse der Anwendung. • Zeigt Diagramme und Wertetabellen über die eingegebenen und berechneten Werte, bezogen auf einen Zyklus des Bewegungsprofils. • Die Funktion ist nur im anwendungsabhängigen <i>MotionDesigner</i> verfügbar.
	<Strg>+<Z>	Letzte Aktion rückgängig machen.
	<Strg>+<Y>	Letzte, rückgängig gemachte Aktion wiederherstellen.
	–	Voreinstellungen für das Dialogfeld. • Identisch mit dem Register "Bewegung" im DSD-Menü Extras → Einstellungen . ▶ Einstellungen (☞ 43) ▶ Register "Bewegung" (☞ 44)
	–	X-Achse und Y-Achse zoomen • Mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck über den zu vergrößerten Bereich aufziehen.
	–	Zurückkehren in die Standardansicht.
	<Strg>+<X>	Markiertes Element ausschneiden und in die Zwischenablage verschieben.
	<Strg>+<C>	Markiertes Element in die Zwischenablage kopieren.
	<Strg>+<V>	Element aus der Zwischenablage einfügen.
	–	Element auswählen oder ein aktives Symbol deaktivieren.

Symbol	Tastaturbefehl	Funktion
	–	Trapezförmiges Element zeichnen. • Das Register "Profil" enthält eine Auswahl an trapezförmigen Elementen. ‣ Elemente erstellen und bearbeiten (📖 261) ‣ Parameterbereich: Beschreibung (📖 266)
	–	Linie zeichnen. ‣ Elemente erstellen und bearbeiten (📖 261)
	–	S-förmiges Element zeichnen. ‣ Elemente erstellen und bearbeiten (📖 261)
	–	Einzelnes Bewegungsprofil oder Parameterprofil importieren. ‣ Profildaten importieren (📖 255)
	–	Elemente nach links verschieben. • Schiebt getrennte Elemente auf der Zeichenfläche nach links und verbindet sie mit dem jeweils vorherigen Element. ‣ Elemente automatisch nach links verschieben (📖 263)
	–	Kombiniert die Elemente, die ein Trapez bilden, so dass ein Element entsteht. • Nur verbundene Elemente können kombiniert werden. • Die zu kombinierenden Elemente müssen markiert sein. ‣ Elemente kombinieren (📖 264)
	–	Kombination aufheben. • Hebt die Kombination eines trapezförmigen Elements auf, so dass die Elemente separat bearbeitet werden können.
	–	Markiertes Element an der Zeitachse spiegeln. • Diese Funktion ist nur über das Kontextmenü (Betätigung der rechten Maustaste) erreichbar.
–	<Strg>+<Klick>	Dupliziert ein Element im Zeichenbereich, wenn das Element bei gedrückter Strg-Taste mit der rechten Maustaste angeklickt wird.
–	<Strg>+<G>	Blendet das Gitter der Zeichenfläche aus oder ein.
–	<Strg>+<A>	Markiert alle Elemente auf der Zeichenfläche.
–	<Shift>+<Klick>	Um mehrfach Elemente zu markieren, Taste <Umschalt> gedrückt halten und die Elemente mit der rechten Maustaste anklicken.

3.1.3 Skizze

Die Skizze visualisiert den aktuellen Zustand der Antriebsauslegung.



Legende	Info
❶	Kurzübersicht Antriebssystem mit den eingegebenen Daten, Bemessungsdaten der ausgewählten Antriebskomponenten und deren Auslastung sowie Anzeige von Warngrößen.
❷	Bild der Komponente (zugleich Schaltfläche). Durch Klicken auf das Bild gelangen Sie direkt zur Auswahltabelle zur entsprechenden Komponente, in der eine Vielzahl von Daten zur Verfügung stehen.
❸	Schaltfläche zum Aufrufen der Meldungen und Hinweise für die entsprechende Komponente. Die Missachtung von Meldungen kann zu Schäden oder Fehlfunktionen der Anwendung führen, soweit dies nicht von der Anlage überwacht wird. ► Meldungen zur Antriebsauslegung (📖 506)
❹	Schaltfläche zum Aufrufen der Diagramme zur entsprechenden Komponente. - Grafische Darstellung des Drehzahl-, Drehmoment- und Auslastungsverhalten. ► Diagramme zu den Komponenten (📖 433)
❺	Darstellung des verwendeten Antriebsstrangs.
❻	Schaltfläche zum Aufrufen der Beschreibung der Anwendung in der Online-Hilfe.
❼	Schaltfläche zum Aufrufen des Bewegungsprofils. ► Bewegungsdesign (📖 243)

Anmerkungen

- Zu Beginn der Konfiguration wird ein allgemeiner Antriebsstrang angezeigt, der aus folgenden Komponenten besteht:
 - Netz/Umgebung
 - Umrichter
 - Motor
 - Getriebe
 - Anwendung
 - Bewegung
- Die Komponenten Umrichter und Getriebe (mit oder ohne zusätzlichem Antriebselement) sind optional, d. h. das Vorhandensein ist abhängig von der Anwendung bzw. vom Auslegungsablauf.
 - Aus diesem Grund werden diese Komponenten zu Beginn der Auslegung inaktiv dargestellt. Abhängig vom weiteren Vorgehen werden der Umrichter bzw. das Getriebe dargestellt bzw. aus der Skizze entfernt.
- Zusätzlich kann bei Mehrachsanwendungen die Skizze durch ein Versorgungsmodul (Master-Projekt) oder einen Platzhalter (Slave-Projekt) erweitert werden.
- Wird eine "Zusätzliches Antriebselement" verwendet, so wird dies in der Skizze unabhängig vom gewählten Typ durch einen Zahnriemen symbolisiert.

- In der Skizze werden zusätzliche Informationen angezeigt, die für eine Auslegung notwendig sind.
- Oberhalb der Bilder der Komponenten werden in Tabellen wichtige Parameter und deren Werte angezeigt.
- Unterhalb der Bilder der Komponenten wird abhängig von der Auslegung eine Schaltfläche angezeigt, über die Sie Diagramme zu der Komponente aufrufen können.

3.1.3.1 Bild "Anwendung"

Formelzeichen	Beschreibung
$a_{\max}$	Max. Beschleunigung der Anwendung
$d_{\dim}$	Dimensionierungsdurchmesser • Durchmesser, der nach Ende der Beschleunigungsphase erreicht wird.
HW	Wickelcharakteristik (Hart/Weich), beschreibt bei Aufwicklern den Zugkraftabfall als Funktion vom Wickeldurchmesser
$J_{\max}$	Max. Lastträgheitsmoment - Max. Lastträgheitsmoment beim Kurbeltrieb • Das Lastträgheitsmoment berücksichtigt die Massen aller bewegten Körper (Schubstange, Nutzlast, Kurbel, Pleuel) sowie das zusätzliche Trägheitsmoment J_{add}. • Das max. Lastträgheitsmoment dient zur Ermittlung des Lastabstimmungsfaktors. • Die Berechnung erfolgt über eine Näherungsformel.
k_F	Zugkraftstellbereich, $k_F = F_{\max}(d_{\max})/F_{\min}(d_{\min})$
k_M	Drehmomentstellbereich, $k_M = M_{\max}/M_{\min}$
$l_{\max}$	Länge des Wickelmateri als bei max. Wickeldurchmesser $d_{\max}$ und min. Materialstärke $s_{\min}$
$m_{\max,L}$	Max. Masse des Wickelmateri als
$m_{\text{sum,max}}$	Max. bewegte Masse beim Kurbeltrieb • Die maximal bewegte Masse an der Schubstange setzt sich zusammen aus der fixen Masse m_{sid} der Schubstange und der variablen Masse m_l der Nutzlast. • Die Massen von Kurbel und Pleuel werden hier nicht addiert. Sie werden aber bei der Ermittlung des Drehmomentbedarfs berücksichtigt.
	Max. bewegte Masse beim Hubantrieb ohne Gegengewicht • Die maximal bewegte Masse setzt sich zusammen aus der Masse des Fahrkorbs und der Nutzlast.
$M_{\max}$	Erforderliches max. Drehmoment der Anwendung • Wird aus dem Diagramm zum Drehmoment ermittelt.
Mode	Wickler-Regelungsverfahren
$N(*.dsd)$	Anzahl der DSD-Projekte
n_{av}	Mittlere Drehzahl der Anwendung
N_D	Anzahl der Antriebsachsen mit Mehrachsverbund
	Bewegung der Antriebsachsen • Achsen koordiniert • Achsen unkoordiniert
$n_{\max}$	Max. Drehzahl der Anwendung • Wird aus dem Diagramm zur Drehzahl ermittelt.
P_{cto}	Zur Motorauslegung verwendete Eckleistung der Anwendung • Die Eckleistung ist ein theoretischer Wert, der sich aus der max. Drehzahl und dem max. Drehmoment der Anwendung ergibt. • Häufig ist die Eckleistung gleich der max. erforderlichen Leistung, da die max. Drehzahl und das max. Drehmoment oft zur gleichen Zeit benötigt werden.
$P_{\text{gen,av}}$	Erforderliche mittlere Leistung des Bremswiderstands unter Berücksichtigung der thermischen Zeitkonstante
$P_{\text{gen,max}}$	Max. auftretende generatorische Leistung

Formelzeichen	Beschreibung
$P_{\max}$	Erforderliche max. Leistung der Anwendung • Wird aus dem Diagramm zur Leistung ermittelt.
$P_{\text{mot,max}}$	Max. auftretende motorische Leistung
$P_{\text{mot,av}}$	Mittlere Leistung (Mittelwert des Betrags)
$P_{\text{rms,cto}}$	Erforderliche thermische Leistung des Motors
q_{dim}	Dimensionierungs-Wickelverhältnis, $q_{\text{dim}} = d_{\text{max}}/d_{\text{min}}$
q_{max}	Max. Wickelverhältnis, $q_{\text{max}} = d_{\text{max}}/d_{\text{min}}$
s	Weg/Strecke der Schubstange beim Kurbeltrieb • Die Strecke, die die Schubstange mit dem Schlitten und der Nutzlast zurücklegt, beginnt zu Beginn des Verfahrenzyklus bei null.
t_{Crd}	Koordinierte Zykluszeit

3.1.3.2 Bild "Getriebe"

Formelzeichen	Beschreibung
$A(M_{\text{eq}})$	Verhältnis des äquivalenten Drehmoments zum max. zulässigen Drehmoment: $M_{\text{eq}} / M_{\text{max,per,G}}$
$A(M_{\text{in,max}})$	Auslastung der Kupplung, bezogen auf die max. Antriebsdrehmoment • Nur bei Flanschanbau
$A(M_{\text{max}})$	Verhältnis des max. Drehmoments der Anwendung zum max. zulässigen Drehmoment des Getriebes: $M_{\text{max}} / M_{\text{max,per,G}}$
$A(n_{\text{max}})$	Max. auftretende Drehzahl, bezogen auf die max. Drehzahl des Getriebes: $n_{\text{max}} / n_{\text{max,G}}$
$A_{\text{th,1,G}}(n_{\text{th}})$	Auslastung des Getriebes bezogen auf die thermische Abtriebsdrehzahl
$A(T)$	Auslastung des Getriebes bezogen auf die Zeitfestigkeit • Bei einem Wert > 100 % ist eine genaue Prüfung erforderlich.
Ausführung	Direkt- oder Normanbau des Motors an das Lenze-Getriebe
i_{req}	Erforderliche Übersetzung (Lenze-Getriebe und ggf. zusätzliches Antriebselement) • Errechnet sich aus der Soll-Antriebsdrehzahl des Getriebes bezogen auf die max. Drehzahl der Anwendung: $n_{\text{in}} / n_{\text{max}}$ • Die Übersetzung i_{req} ist notwendig, um den Motor mit dem von DSD vorgesehenen Feldschwächfaktor zu betreiben.
$i_{2,\text{req}}$	Erforderliche Übersetzung des zusätzlichen Antriebselements unter Berücksichtigung eines ggf. vorhandenen Lenze-Getriebes • Errechnet sich aus der Soll-Antriebsdrehzahl bezogen auf die max. Drehzahl der Anwendung: $n_{\text{in}} / n_{\text{max}}$ • Die Übersetzung i_{req} ist notwendig, um den Motor mit dem von DSD vorgesehenen Feldschwächfaktor zu betreiben.
$i_{\text{act,G}}$	Ist-Übersetzung des Lenze-Getriebes
$i_{\text{act,K}}$	Ist-Übersetzung des Zusätzlichen Antriebselements
$J_{\text{out,K}}$	Trägheitsmoment auf der Abtriebsseite des zusätzlichen Antriebselements
k_{G}	Korrekturfaktor für das Drehmoment des Getriebes
$M_{\text{per,out}}$	Zulässiges Abtriebsdrehmoment ohne Bewertung der Drehzahl
M_{eq}	Äquivalentes Abtriebsdrehmoment des Lenze-Getriebes • Wird aus dem Diagramm zum Drehmoment der Anwendung berechnet.
η_{K}	Wirkungsgrad des zusätzlichen Antriebselements im Bemessungspunkt
$n_{\text{in,max}}$	Max. Antriebsdrehzahl des Lenze-Getriebes • Wird aus dem M-n-Diagramm des Lenze-Getriebes ermittelt

Formelzeichen	Beschreibung
$n_{\text{out,max}}$	Max. Drehzahl an der Abtriebswelle
$n_{\text{per,in,max}}$	Max. zulässige Antriebsdrehzahl des Lenze-Getriebes
$n_{\text{per,th,out}}$	Zulässige thermische Abtriebsdrehzahl des Lenze-Getriebes

3.1.3.3 Bild "Motor"

Formelzeichen	Beschreibung
P_N	Bemessungsleistung des Motors
n_N	Bemessungsdrehzahl des Motors
M_N	Bemessungsdrehmoment des Motors
$M_{dyn,M}$	Maximales Drehmoment im Luftspalt
I_N	Bemessungsstrom des Motors
$A_{th,max}$	Max. thermische Auslastung des Motors
$A(M_{max})$	Auslastung des Motors, bezogen auf das Drehmoment • Verhältnis max. erforderliches Drehmoment zum max. möglichen Drehmoment des Motors bei Betrieb am gewählten Umrichter und mit der gewählten Regelungsart: $M_{max,req} / M_{max,M}$
$A(M_{rms})$	Auslastung des Motors, bezogen auf das effektive Drehmoment und unter Berücksichtigung der thermischen Zeitkonstante
$A(M_{dyn,M})$	Dynamische Auslastung des Motors • Verhältnis max. auftretendes Motordrehmoment zum Motorbemessungsdrehmoment: (M_{max} / M_N)
$A(M_0')$	Auslastung des Synchronmotors unter Berücksichtigung einer ungünstigen Rotorstellung bei Belastung im Stillstand (thermische Stillstandsbelastung)
k_f	Faktor der Feldschwächung des Motors
$k_{J,max}$	Lastabstimmungsfaktor des Motors

3.1.3.4 Bild "Umrichter"

Formelzeichen	Beschreibung
$A(I_{max} / I_{N,M})$	Auslastung des Umrichters • Verhältnis max. Ausgangsstrom des Umrichters (I_{max}) zum Motorbemessungsstrom ($I_{N,M}$). • Ist der Umrichter gegenüber dem Motor weit überdimensioniert, so nimmt die Regelqualität ab.
$A(I_{imp,max})$	Thermische Auslastung des Umrichters bezogen auf den Impulsstrom für 1 s oder 60 s
$A(I_{red,max})$	Auslastung des Umrichters bezogen auf den reduzierten max. Ausgangsstrom
$A_{th,Brm}$	Thermische Auslastung des internen Bremstransistors
$A_{Brm}(ED)$	Auslastung des internen Bremstransistors, bezogen auf die ixt-Überwachung
A_{max}	Max. Auslastung des Bremswiderstands
A_{th}	Thermische Auslastung des Bremswiderstands
$A_{th,max}$	Max. thermische Auslastung des Umrichters bezogen auf den reduzierten Ausgangsstrom
I_{max}	Max. Ausgangsstrom des ausgewählten Umrichters
I_N	Bemessungsstrom des ausgewählten Umrichters
P_N	Motorbemessungsleistung des ausgewählten Umrichters
Typ	Typ des Bremswiderstands

3.1.3.5 Bild "Versorgungsmodul" oder "Versorgungs- und Rückspeisemodul"

Formelzeichen	Beschreibung
$A_{Brm}(ED)$	Auslastung des internen Bremstransistors, bezogen auf die Ixt-Überwachung
$A_{Brm}(P_{max})$	Auslastung des Bremstransistors, bezogen auf die max. Leistung
$A_{max,Rb}$	Max. Auslastung des Bremswiderstands
$A_{Sup}(P_{imp,DC})$	Auslastung des Versorgungsmoduls, bezogen auf die Impulsleistung im DC-Zwischenkreis
$A_{Sup}(P_{max})$	Auslastung des Versorgungsmoduls, bezogen auf die max. Leistung
$A_{Sup}(P_{gen,max})$	Auslastung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls ohne Bremstransistor, bezogen auf die max. generatorische Leistung
$A_{Sup,Brm}(P_{gen,max})$	Auslastung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls mit Bremstransistor, bezogen auf die max. generatorische Leistung
$A_{th,Brm}$	Thermische Auslastung des Bremstransistors
$A_{th,Rb}$	Thermische Auslastung des Bremswiderstands
$A_{th,Sup}$	Thermische Auslastung des Versorgungsmoduls
$P_{gen,cto}$	Generatorische Leistung ab der ein Bremswiderstand zu Hilfe genommen wird
$P_{gen,max}$	Max. zulässige generatorische Leistung
$P_{gen,N}$	Generatorische Bemessungsleistung
$P_{max}(\tau_1)$	Zulässige max. Leistung, bezogen auf den 5-s-Zyklus • 0.5 s Überlast / 4.5 s Entlastung mit 75 % des Dauer-Bemessungswertes
$P_{max}(\tau_2)$	Zulässige max. Leistung, bezogen auf den 3-min-Zyklus • 60 s Überlast / 120 s Entlastung mit 75 % des Dauer-Bemessungswertes
P_N	Bemessungsleistung
Typ	Typ des Bremswiderstands

3.1.3.6 Bild "Elektrisches Netz"

Die angezeigten Größen beziehen sich immer auf das speisende Netz (AC-Netz oder DC-Netz). Bei Mehrachsgeräten, die über ein Versorgungsmodul oder über ein Versorgungs- und Rückspeisemodul angeschlossen sind, werden die Größen der Versorgungseinheit angegeben.

Formelzeichen	Beschreibung
U	Netzbemessungsspannung des versorgenden Stromnetzes
N_{phs}	Anzahl der Phasen des versorgenden Stromnetzes
f	Netzfrequenz des versorgenden Stromnetzes
Netzsystem	Netzsystem des versorgenden Drehstromnetzes

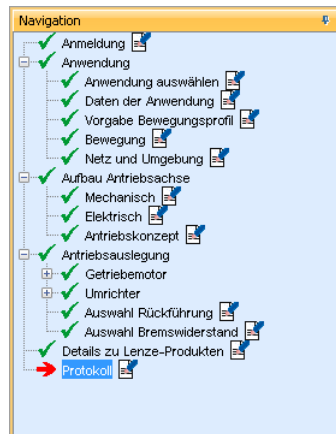
3.1.4 Navigationsbaum und Ergebnisbaum

Unterhalb der Skizze auf der linken Seite wird der *Navigationsbaum* bzw. der *Ergebnisbaum* angezeigt.

- Über die beiden Register unter dem *Navigationsbaum* bzw. *Ergebnisbaum* können Sie jederzeit zwischen den beiden Darstellungen wechseln.

3.1.4.1 Navigationsbaum

Der *Navigationsbaum* zeigt an, an welcher Stelle der Auslegung Sie sich befinden:



- Alle bearbeiteten Auslegungsschritte sind mit einem grünen Haken versehen.
- Die noch zu bearbeitenden Schritte sind durch ein Fragezeichen gekennzeichnet.
- Der aktuelle Schritt ist durch einen roten Pfeil markiert.
- Über das Kontextmenü (Auslegungsschritt markieren und rechte Maustaste betätigen) können Sie folgende Befehle ausführen:
 - [Alternative erstellen](#) (📖 56)
 - Notiz erstellen und Notiz löschen. ▶ [Notizen](#) (📖 38)
- Mit 📖 gekennzeichnete Auslegungsschritte enthalten Notizen.
 - Mit einem Mausklick auf das Symbol öffnen Sie die Notiz.



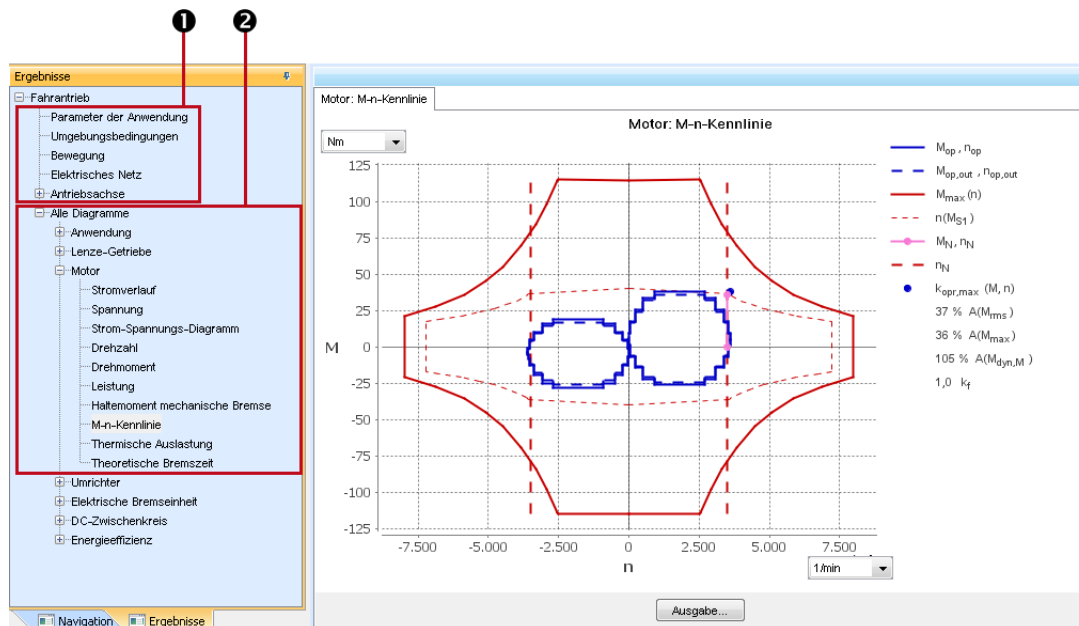
Tipp!

Sie können im *Navigationsbaum* auch bereits bearbeitete Auslegungsschritte anwählen und in die dazugehörigen Eingabemasken zu wechseln.

3.1.4.2 Ergebnisbaum

Der *Ergebnisbaum* zeigt die logische Struktur des Antriebsstrangs.

- Alle Komponenten, die zu einem Antriebsstrang gehören, werden in ihrer Abhängigkeit zueinander im *Ergebnisbaum* dargestellt.
- Ist eine Komponente noch nicht eindeutig ausgewählt, z. B. wenn noch drei Motoren möglich sind, dann wird der Wertebereich des Parameters dargestellt.



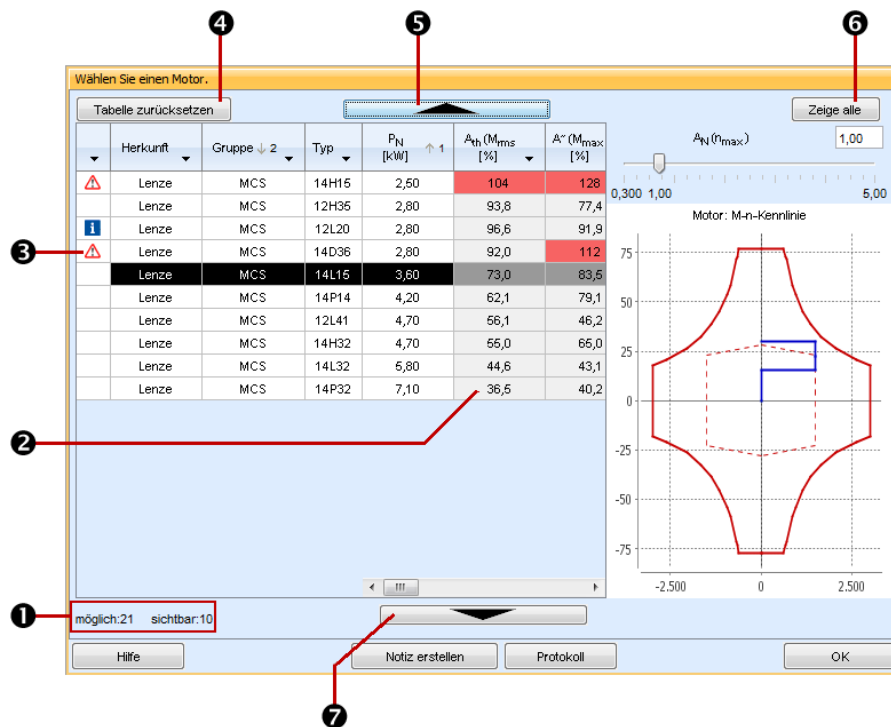
Legende	Info
❶	Tabellarische Darstellung von Größen der Anwendung und von Bemessungsgrößen und berechneten Werten der Komponenten.
❷	Diagramme über eingegebene und berechneter Werte sowie Bemessungsgrößen zur Beurteilung der Antriebsaufgabe (Anwendung), Komponenten und Energieeffizienz.

3.1.5 Eingabebereich

Im *Eingabebereich* geben Sie die Parameter zur Antriebsauslegung ein.

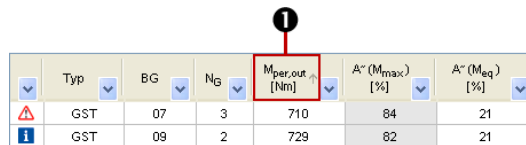
- Eine Auslegung verläuft dynamisch – abhängig von einer getroffenen Auswahl in einem Auslegungsschritt kann er sich ändern.
- Die Darstellung des *Eingabebereichs* ist abhängig vom Auslegungsschritt.
 - Je nach Aufgabe erscheinen Eingabefelder, Auswahlfelder, der *MotionDesigner*, Auswahltabellen mit oder ohne Kennliniendiagrammen und Entscheidungsfelder.

3.1.5.1 Aufbau der Auswahltabellen



Beschreibung	
①	Anzahl der Ergebnisse: • möglich: Von DSD insgesamt ermittelte Ergebnisse. • sichtbar: Von DSD vorgeschlagene und angezeigte Ergebnisse.
②	Vorschauwert • Eine Zelle mit grauem Hintergrund signalisiert, dass es sich beim entsprechenden Parameter um einen Vorschauwert handelt, der zu einer Warnmeldung führen kann.
③	Meldungen zur Antriebsauslegung. • Für eine Komponente können mehrere Meldungen anliegen. • Die linke Spalte zeigt immer das Symbol der höchsten Warnstufe. ⚠ Warnung • Wichtige Kriterien (z. B. Grenzwerte) werden nicht erfüllt. Ein roter Hintergrund kennzeichnet den entsprechenden Wert. • Wird ein Auslastungswert 1000 angezeigt, liegt der Wert außerhalb des berechenbaren Bereichs. Die Komponente ist nicht verwendbar. i Hinweis • Für die einwandfreie Funktion der Komponente sind wichtige Informationen zu beachten. Ein blauer Hintergrund kennzeichnet den entsprechenden Wert. 💡 Tipp • Tipps enthalten nützliche Informationen zur Optimierung. Ein gelber Hintergrund kennzeichnet den entsprechenden Wert.
④	Schaltfläche, um die erweiterte Darstellung der Auswahltable zurückzusetzen.
⑤	Schaltfläche, um mehr Komponenten mit kleineren Leistungswerten anzuzeigen.
⑥	Alle möglichen, von DSD ermittelten Werte anzeigen.
⑦	Schaltfläche, um mehr Komponenten mit größeren Leistungswerten anzuzeigen.

3.1.5.2 Ergebnisse in Auswahltabellen sortieren und filtern



	Typ	BG	Ng	M_per,out [Nm]	A'' (M_max) [%]	A'' (M_eq) [%]
	GST	07	3	710	84	21
	GST	09	2	729	82	21

Ergebnisse sortieren

Sie können nach alphanumerischen Zeichen sortieren. Bis zu drei Spalten können einbezogen werden. Tabellenspalten, die Symbole enthalten, lassen sich nicht sortieren.



So sortieren Sie die Ergebnisse:

- In den gewünschten Spaltenkopf ❶ klicken.
 - Die Ergebnisliste wird nach den Daten der gewählten Tabellenspalte sortiert.
 - ↑ Aufsteigende Sortierung der Datensätze.
 - ↓ Absteigende Sortierung der Datensätze.
- <Strg>-Taste gedrückt halten und mit der Maus in einen weiteren Spaltenkopf klicken, um die Spalte in die Sortierung einzubeziehen.

Ergebnisse filtern

- Die verfügbaren Filter sind eine komfortable Hilfe, Datensätze spezifisch auszuwählen.



So filtern Sie Ergebnisse:

- In der Kopfzeile auf die gewünschte Schaltfläche  klicken.
 - Ein Auswahlménü wird geöffnet.
- Filter oder Filterfunktion wählen.

Filter oder Filterfunktion

Auswahlménü	Beschreibung	
Zeige alle	Alle Filter der Tabellenspalte zurücksetzen.	
Benutzerdefiniert	Bei Auswahl des benutzerdefinierten Filters öffnet sich ein Dialogfeld, in dem Sie drei spezifische Filter setzen können.	
	Gleicher Wert	• Einen Wert auswählen, um nur die Datensätze mit diesem Wert anzuzeigen.
	Wertebereich	• Min. und max. Wert auswählen, um nur die Datensätze mit den Werten innerhalb dieses Wertebereichs anzuzeigen.
	Mehrere Werte	• Mehrere Werte auswählen, um nur die Datensätze mit diesen Werten anzuzeigen.
Alphanumerische Zeichen	Das Auswahlménü listet alle alphanumerischen Werte der Tabellenspalte auf. • Einen Wert auswählen, um nur die Datensätze mit diesem Wert anzuzeigen.	

3.1.5.3 Wert oder Auswahl nachträglich ändern

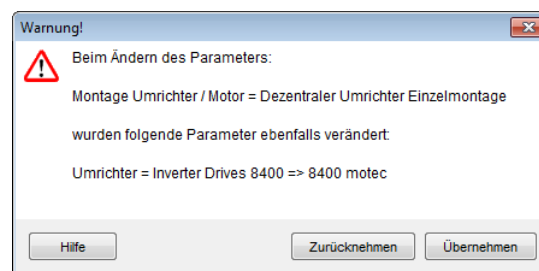


So ändern Sie nachträglich einen Wert oder eine Auswahl:

1. Im *Navigationsbaum* den gewünschten Auslegungsschritt anwählen.
2. Den Wert oder die Auswahl im *Eingabebereich* ändern.
3. Schaltfläche **OK** betätigen.
 - Es erfolgt eine Sicherheitsabfrage, ob die Änderung übernommen werden soll.
4. Mit **Ja** bestätigen, um die Änderung zu übernehmen.
 - Folgende, bereits durchgeführte Auslegungsschritte werden gelöscht.
 - Die Auslegung wird ab dem geänderten Auslegungsschritt fortgesetzt.
5. Oder **Nein** betätigen, um die durchgeführten Änderungen zu verwerfen.

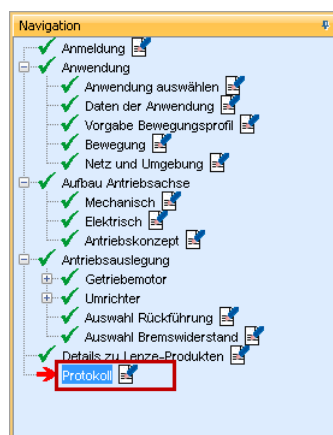
3.1.5.4 Voneinander abhängige Werte ändern

Viele auslegungsspezifische Parameter/Komponenten sind wechselseitig voneinander abhängig. DSD berücksichtigt diese inneren Abhängigkeiten und erwartet bei Änderungen eine Entscheidung.



3.1.6 Notizen

Jedem Auslegungsschritt können Sie einen Notizblock für Kommentare und Hinweise hinzufügen. Die Notizen können im Protokoll ausgegeben werden.





So erstellen Sie eine Notiz zu einem Auslegungsschritt:

1. Im *Navigationsbaum* den gewünschten Auslegungsschritt anwählen.
2. Drei Möglichkeiten das Dialogfeld *Notizblock* zu öffnen:
 - Mit rechter Maustaste das *Kontextmenü* öffnen und **Notiz erstellen** auswählen.
 - Den Befehl **Ansicht→Notizen→Notiz aktueller Aulegungsschritt** ausführen.
 - In der Statusleiste auf die Schaltfläche **Notiz erstellen** klicken.
3. Kommentare und Hinweise eintragen.
 - Eine Notiz wird erstellt, wenn Sie mindestens ein Zeichen eintragen.
4. Schaltfläche **Schließen** betätigen.
 - Der Auslegungsschritt wird mit  gekennzeichnet.



So öffnen Sie erstellte Notizen:

Drei Möglichkeiten eine einzelne Notiz zu öffnen:

- Im *Navigationsbaum* auf den gewünschten Notizblock  klicken.
- In der Statusleiste auf die Schaltfläche **Notiz erstellen** klicken.
- Im *Navigationsbaum* den gewünschten Auslegungsschritt anwählen und den Befehl **Ansicht→Notizen→Notiz aktueller Auslegungsschritt** ausführen.

Das Dialogfeld *Alle Notizen* öffnen:

- Im *Navigationsbaum* den gewünschten Auslegungsschritt anwählen und den Befehl **Ansicht→Notizen→Alle Notizen** ausführen.



Hinweis!

- Im Dialogfeld können Sie Notizen nicht ändern.
- Das Kopieren von Texten ist möglich.
- Über die Schaltfläche Drucken können Sie die Notizen ausdrucken.



So entfernen Sie Notizen:

Eine einzelne Notiz:

- Im *Navigationsbaum* den gewünschten Auslegungsschritt markieren, mit rechter Maustaste das *Kontextmenü* öffnen und **Notiz löschen** auswählen.

Alle Notizen:

- Den Befehl **Ansicht→Notizen→Alle Notizen** ausführen.
- Im Dialogfeld *Alle Notizen* die Schaltfläche **Alle löschen** betätigen.
- die Schaltfläche **OK** betätigen, um das Dialogfeld zu schließen.

3.2

Tastaturbefehle

Um den DSD leichter über die Tastatur zu bedienen, sind einige Funktionen über Tastenkombinationen erreichbar.

Tastaturbefehl	Funktion
<Alt>+<F4>	DSD beenden.
<Alt>+<G>	Getrieberechner (☐ 474)
<Alt>+<M>	Masserechner (☐ 469)
<Alt>+<T>	Trägheitsrechner (☐ 471)
<Esc>	Aktuelle Aktion abbrechen.
<F1>	Aufruf der Hilfe.
<Strg>+<C>	Markiertes Element in die Zwischenablage kopieren.
<Strg>+<N>	Neues Projekt erstellen (☐ 49)
<Strg>+<O>	Projekt öffnen (☐ 51)
<Strg>+<S>	Projekt speichern (☐ 53)
<Strg>+<V>	Element aus der Zwischenablage einfügen. • In Eingabefeldern können nur numerische Werte eingefügt werden.
<Strg>+<X>	DSD beenden.
<Strg>+<Tab>	Zwischen mehreren geöffneten Projekten wechseln.
<Tab>	Auf das nächste Steuerelement (Eingabefeld, Schaltfläche, etc.) innerhalb des Dialogfelds springen.

Um den [MotionDesigner](#) leichter über die Tastatur zu bedienen, sind einige Funktionen über Tastenkombinationen erreichbar. (☐ 244)

Tastaturbefehl	Funktion
<Entf>	Markiertes Element löschen. • Das Element wird endgültig gelöscht.
<Shift>+<Klick>	Um mehrfach Elemente zu markieren, Taste <Shift> gedrückt halten und die Elemente mit der linken Maustaste anklicken.
<Strg>+<A>	Markiert alle Elemente auf der Zeichenfläche.
<Strg>+<C>	Markiertes Element in die Zwischenablage kopieren. ► Bearbeitungsfunktionen (☐ 248)
<Strg>+<G>	Blendet das Gitter der Zeichenfläche aus oder ein.
<Strg>+<Klick>	Dupliziert ein Element im Zeichenbereich, wenn das Element bei gedrückter Strg-Taste mit der linken Maustaste angeklickt wird.
<Strg>+<N>	Neues Bewegungsprofil erstellen.
<Strg>+<O>	Bewegungsprofil laden (☐ 253)
<Strg>+<S>	Bewegungsprofil speichern (☐ 254)
<Strg>+<V>	Element aus der Zwischenablage einfügen. ► Bearbeitungsfunktionen (☐ 248)
<Strg>+<X>	Markiertes Element ausschneiden und in die Zwischenablage verschieben. ► Bearbeitungsfunktionen (☐ 248)
<Strg>+<Y>	Letzte, rückgängig gemachte Aktion wiederherstellen.
<Strg>+<Z>	Letzte Aktion rückgängig machen.

3.3

Programm beenden

Möglichkeiten, den »Drive Solution Designer« zu beenden:

- Wählen Sie den Befehl **Datei→Beenden**.
- Klicken Sie auf das Fenstersymbol **X** in der Titelleiste.
- Betätigen Sie die Tastenkombination <STRG>+<X>.
- Betätigen Sie die Tastenkombination <ALT>+<F4>.

**Hinweis!**

Wenn das Programm beendet wird und noch Projekte mit nicht gespeicherten Änderungen geöffnet sind, werden Sie über das Dialogfeld *Projekt speichern* gefragt, ob Sie die Projekte speichern möchten.

► [Projekte verwalten: Projekt speichern](#) (📖 53)

4 DSD-Arbeitsplatz einrichten

4.1 Einstellungen während der Installation

4 DSD-Arbeitsplatz einrichten

Bevor Sie die Arbeit mit dem »Drive Solution Designer« beginnen, richten Sie bitte zunächst Ihren DSD-Arbeitsplatz ein.

4.1 Einstellungen während der Installation

Während der Installation des DSD können Sie bereits länderspezifische Einstellungen ändern:

Sprache wählen

- Sprache der Benutzeroberfläche.

Auswahl der Sprache für die Online-Hilfe

Wählen Sie die Sprache, in der ein Weblink aufgerufen werden soll

- Die DSD-Menüs *Werkzeuge* und *Hilfe* enthalten Weblinks, über die Sie gezielt auf Informationen der Lenze-Webseite oder des Lenze-Intranet abrufen können.

Bevorzugtes Einheitensystem

- Bei der Eingabe von Werten bietet DSD zunächst das bevorzugte Einheitensystem an.



Tipp!

Die Einstellungen können Sie auch später im DSD im Menü **Extras→Einstellungen** ändern.

4.2 Sprache

Mit dem Befehl **Extras→Sprache wählen** wählen Sie die Sprache der Benutzeroberfläche.

- Es stehen die Sprachen Deutsch, Englisch (Britisch), Tschechisch, Dänisch, Englisch (Amerikanisch), Spanisch, Französisch, Italienisch, Niederländisch, Russisch, Schwedisch, Chinesisch (Simplified) und Chinesisch (Traditional) zur Verfügung.
- Die Umschaltung erfolgt sofort. Ein Neustart des DSD ist nicht erforderlich.



Tipp!

Mit Hilfe der Sprachenumschaltung können Sie ein Projekt in Ihrer Heimatsprache erstellen und anschließend das Protokoll in einer anderen Sprache ausdrucken.

4.3 Einstellungen

Mit dem Befehl **Extras→Einstellungen** öffnen Sie das Dialogfeld *Einstellungen*.

- Das Dialogfeld *Einstellungen* enthält verschiedene Register, über die Sie die Grundeinstellungen vornehmen können.
- Ausführliche Informationen zu den verschiedenen Registern erhalten Sie in den folgenden Unterkapiteln.
- Mit den Schaltflächen im Dialogfeld unten bestätigen oder verwerfen Sie durchgeführte Änderungen:

Schaltfläche	Funktion
OK	Eingaben bestätigen und Dialogfeld schließen.
Abbrechen	Eingaben verwerfen und Dialogfeld schließen.
Übernehmen	Eingaben bestätigen und Dialogfeld für weitere Eingaben geöffnet lassen.

4.3.1 Register "Allgemein"

Einstellungen	Info
Arbeitsverzeichnis	Wahl des Verzeichnisses, das standardmäßig zum Öffnen und Speichern von Projekten aufgerufen wird. • Letzten Pfad verwenden • Legt fest, ob beim Öffnen und Speichern von Projekten das zuletzt aufgerufene Verzeichnis verwendet wird.
Schrift	Festlegung der in den Masken verwendeten Schriftart
Startdialog	• Startdialog anzeigen • Festlegung, ob beim Starten des DSD der Startdialog angezeigt wird.
Tipps zur Antriebsauslegung	• Tipps anzeigen • Tipps enthalten nützliche Information zur Optimierung von Einstellungen.
Arbeitsspeicher	Arbeitsspeicher (RAM) des Rechners für DSD reservieren. • Die Änderung der Einstellung erfordert einen Neustart des DSD. • Solange DSD geöffnet ist, steht der reservierte Arbeitsspeicher anderen Anwendungen nicht zur Verfügung. • Die Lenze-Einstellung ist im Allgemeinen ausreichend. • Reservieren Sie mehr Arbeitsspeicher, wenn • viele Projekte gleichzeitig geöffnet sind und bearbeitet werden sollen, • ein Bewegungsprofil mit sehr vielen Stützstellen in das Projekt importiert werden soll.

4.3.2 Register "Netzwerkverbindungen"

Einstellungen	Info
Prüfung der Online Verbindung beim Start von DSD	In der Lenze-Einstellung wird bei jedem Programmstart geprüft, ob eine Internetverbindung vorhanden ist.
Proxyserver	Aktivieren Sie <i>Proxyserver für Internet-Verbindung verwenden</i> , wenn in Ihrem lokalen Netzwerk eine Internet-Verbindung nur über einen Proxyserver möglich ist. Ein Proxy agiert als Vermittlungsstelle zwischen Ihrem Computer und dem übrigen Internet. Fragen Sie Ihren System-Administrator, wenn Sie die Daten (Adresse, Port, Benutzername, Passwort) für den Zugang zum Proxyserver benötigen.
Internetadresse für Produktkonfiguration	Produktoptionen und CAD-Daten werden bei aktiver Internetverbindung direkt vom »EASY Product Finder« zur Verfügung gestellt. Der »EASY Product Finder« ist unter folgender Internetadresse erreichbar: https://productfinder.lenze.com oder https://productfinder.lenze.cn Unter Internetadresse für Produktkonfiguration und Internetadresse für CAD-Daten ist abhängig von der Installation des DSD eine der beiden Internetadressen voreingestellt. Tipp! Falls der »EASY Product Finder« unter einer Internetadresse nicht erreichbar sein sollte, können Sie auch die andere Internetadresse eintragen.
Internetadresse für CAD-Daten	
Port MotionDesigner	Dieser Wert darf nur in Absprache mit dem Lenze-Support geändert werden.

4.3.3 Register "Hilfe"

Einstellungen	Info
Sprache	Auswahl der Sprache für die Online-Hilfe. Auswahl der Sprache der Lenze Webseite, wenn ein Weblink aufgerufen wird.

4.3.4 Register "Bewegung"

Einstellungen	Info
Digitale Auflösung Bewegungsprofil	Das im <i>MotionDesigner</i> erzeugte analoge Bewegungsprofil wird für die Weiterverarbeitung im DSD und für den Export in eine ASCII-Datei in Punkte zerlegt (digitalisiert). - Max. Auflösung [Punkte] - Max. Anzahl der Werte, in die das Bewegungsprofil zerlegt wird. - Max. Fehlerrate [%] - Relative Fehlerhäufigkeit, bezogen auf die max. Auflösung.
Vorgabewerte, Einheiten	Voreinstellungen für die grafische und numerische Erstellung von Bewegungsprofilen/Teilprofilen.
Fangfunktionen	Zeichenhilfe für die grafische Erstellung von Bewegungsprofilen/Teilprofilen. Zum einfachen Positionieren von gezeichneten Elementen.

4.3.5 Register "Einheiten"

Einstellungen	Info
Einheitensysteme	Festlegung der Einheitensysteme, die in den Eingabemasken verfügbar sein sollen. Sie können sowohl das SI-Einheitensystem als auch das Imperial-Einheitensystem auswählen.
Bevorzugtes Einheitensystem	Verwendung des Einheitensystems: Imperial oder Metrisch bei Ein- und Ausgaben.
Bevorzugte Einheiten	Festlegung der Einheiten für häufig verwendete physikalische Größen.

4.3.6 Register "Protokoll"

Einstellungen	Info
Ausgabeformat	Einstellung des Ausgabeformats für die Protokolldatei: - Word 97-2003-Dokument (*.doc) - Microsoft Word 97 bis Word 2003 - Word-Dokument (*.docx) - Ab Microsoft Word 2007 - Portable Document Format (*.pdf) - PDF (zum Lesen der Datei ist Adobe Reader erforderlich).
Einstellungen für das ausführliche Protokoll Einstellungen für die Inbetriebnahme-Daten	Unter den beiden Registerkarten sind separate Einstellungen für das ausführliche Protokoll und die Inbetriebnahme-Daten möglich. Ausgabe von Auswahl von zusätzlichen Informationen, die das ausführliche Protokoll und die Inbetriebnahme-Daten enthalten sollen. - Notizen - Vom Anwender verfasste Anmerkungen zu einzelnen Auslegungsschritten. - Diagramme - Abhängig von den Einstellungen unter <i>Detaillierte Auswahl Diagramme/Wertetabellen</i>. - Wertetabellen - Abhängig von den Einstellungen unter <i>Detaillierte Auswahl Diagramme/Wertetabellen</i>. - Produktoptionen - Details zu Lenze-Produkten wie Motor, Bremse, Getriebe, Umrichter. Detaillierte Auswahl Diagramme/Wertetabellen Auswahl von Diagrammen und Wertetabellen, die das ausführliche Protokoll und die Inbetriebnahme-Daten enthalten sollen. - Umfangreiche Auswahl an Diagrammen und Wertetabellen über Anwendung, Getriebe, Motor, Umrichter, DC-Zwischenkreis und Energieeffizienz zur Bewertung und Analyse der Auslegung. Lenze-Einstellung Die Auswahl von Diagrammen und Wertetabellen wird auf die Lenze-Einstellung zurückgesetzt.

4.3.7 Register "Kundendaten"

Kundendaten werden im DSD in einer Kundendatenbank verwaltet. Im Auslegungsschritt "Projektinformationen" wählen Sie Kundendaten aus oder legen neue Kunden an. Über den Export und Import können Sie die Kundendaten auf andere DSD-Installationen übertragen.

Einstellungen	Info
Export	Export der kompletten Kundendaten in eine XML-Datei.
Import	Import der XML-Datei mit Kundendaten.

4.3.8 Register "Nutzerdaten"

Nutzerdaten:

Einstellungen	Info
Anrede, Titel	Geschlecht, Namenszusatz.
Name	Nachname der registrierten Person.
Vorname	Vorname der registrierten Person.
Firma	Firma der registrierten Person.
Abteilung	Arbeitsbereich innerhalb der Firma
E-Mail	E-Mail-Adresse der registrierten Person. • An diese Adresse werden die automatisch erzeugten E-Mails versendet.
Funktion	Aufgabenbereich innerhalb der Firma
Straße/Hausnummer oder Postfach PLZ, Ort	Postalische Adresse der Firma.
Land	Standort (Land) der Firma.
Telefon	Telefonnummer, unter der der Anwender erreichbar ist.
Telefax	Telefaxnummer, unter der der Anwender erreichbar ist.
Sprache für die Kommunikation	Sprache des Anwender für die Verständigung mit Lenze bei Kommunikation per E-Mail, Telefon oder Telefax. • Deutsch • Englisch
Erfassung von Nutzungsdaten	Regelmäßige, statistische Erhebung über die Nutzung des DSD zur kontinuierlichen und zielgerichteten Weiterentwicklung. Persönlichen Daten werden nicht gespeichert und übermittelt. • Nutzungsdaten erfassen (□ 563) • Lesen Sie den Datenschutzhinweis unter http://www.lenze.com .

Lizenzinformation:

Informationen zur Lizenz, die im »EASY Navigator« eingetragen wurde.

- Nur Anzeige.

4.4 Kommunikation mit dem Lenze DSD-Server

In folgenden Situationen werden Daten erzeugt, die der DSD automatisch zum Lenze DSD-Server übertragen will:

Grund	Dateityp	Aufruf
Nutzungserfassung	*.zip	Alle drei Monate automatisch bzw. manuell durch Anwender.
Harter Konflikt	conflict_xxxxxxx.dsd	Harter Konflikt im DSD. • Der Konflikt wird automatisch mit einer Zahlenkombination eindeutig gekennzeichnet.
Registrierdialog	*.xml	Einmalig bei der Registrierung wird die Information gespeichert, wann bereits eine Registrieranfrage versendet wurde.
Auf Updates prüfen	–	Manuell oder automatisch in regelmäßigen Abständen.

Alle vom DSD übertragenen Daten werden lokal auf Ihrem PC unter "C:\Users\Benutzername\AppData\Roaming\Lenze\DSD\V4.x.x\user_data\mail" im Verzeichnis "sent" oder "outbox" gespeichert.

- Besteht eine Internet-Verbindung, werden Kopien der gesendeten Daten im Verzeichnis "sent" abgelegt.
 - Lesen Sie den Datenschutzhinweis unter <http://www.Lenze.com>.
- Besteht keine Internet-Verbindung, werden die zu sendenden Daten in das Verzeichnis "outbox" abgelegt.
 - Beim nächsten Programmstart versucht DSD diese Daten erneut zu versenden. Löschen Sie die Dateien im Verzeichnis "outbox", wenn DSD die Daten nicht versenden soll.
 - Bei erfolgreichem Versand werden Kopien der gesendeten Daten im Verzeichnis "sent" abgelegt.
 - Fragen Sie Ihren zuständigen Lenze-Vertrieb, wenn Sie Daten im Verzeichnis "outbox" per E-Mail an Lenze senden möchten.

4.4.1 Meldungen

Beim Versenden von Daten zum DSD-Server werden folgende Meldungen angezeigt, die Sie durch Betätigen der Schaltfläche **OK** bestätigen müssen.

- Wenn eine Verbindung zum Internet besteht:

Meldung	Bedeutung
Ihre Nachricht wurde erfolgreich an den DSD-Server übermittelt. Eine Kopie Ihrer Nachricht wird gespeichert unter "C:\Users\Benutzername\AppData\Roaming\Lenze\DSD\V4.x.x\user_data\mail\sent".	Mit dem Versenden wurden zwei Dateien im Ordner "sent" abgelegt: 1. *.mail: Diese Datei wurde versendet. 2. *.Typ: Quelldatei im Original. Diese Datei wurde für eine manuelle Verwendung gespeichert.
Im Ausgangsverzeichnis befinden sich noch nicht gesendete Daten.	Der DSD hat eine Verbindung zum Internet erkannt und versendet jetzt die noch im Ordner "outbox" enthaltenen Dateien.

- Wenn keine Verbindung zum Internet besteht:

Meldung	Bedeutung
Es konnte keine Verbindung zum DSD-Server aufgenommen werden. Die Daten werden gespeichert unter "C:\Users\Benutzername\AppData\Roaming\ Lenze\DSD\V4.0.0.4\user_data\mail\outbox". Beim nächsten Start des DSD und einer intakten Online-Verbindung werden diese Daten versendet.	Die Dateien konnten nicht versendet werden. Sie werden im Ordner "outbox" gespeichert, bis sie erfolgreich versendet werden können. 1. *.mail: Diese Datei wird bei einer bestehenden Online-Verbindung versendet. 2. *.TYP: Quelldatei im Original. Diese Datei wurde für eine manuelle Verwendung gespeichert.

4.4.2

Software-Updates

Meldung	Bedeutung
Die DSD-Version ist auf dem aktuellen Stand.	Auf dem DSD-Server liegen keine neuen Software-Updates für den DSD.
Es ist eine aktuelle DSD-Version verfügbar.	Eine aktuelle DSD-Version wurde gefunden. Folgen Sie dem angegebenen Downloadlink und speichern Sie die neue Version auf dem Rechner. Beenden Sie alle geöffneten Projekte und schließen Sie den DSD. Führen Sie das Update aus.
Keine Online-Verbindung verfügbar. Es ist nicht möglich nach einer aktuelleren Version zu suchen.	DSD hat keine Verbindung zum Internet erkannt.

**Hinweis!**

Halten Sie den »Drive Solution Designer« stets aktuell.

- Durch regelmäßige Software-Updates werden vorhandene Fehler korrigiert.

4.4.3

Hilfe bei Problemen

DSD kann keine Daten an den DSD-Support versenden, obwohl eine Verbindung zum Internet besteht:

- Prüfen Sie die Einstellung Ihrer Firewall
- Geben Sie in DSD einen Proxyserver an, wenn in Ihrem lokalen Netzwerk ein Proxyserver verwendet wird.
 - ▶ [Einstellungen](#) (📖 43)
 - ▶ [Register "Netzwerkverbindungen"](#) (📖 44)
- Wenden Sie sich an Ihren System-Administrator.

5 Projekte verwalten

Dieses Kapitel befasst sich mit der Handhabung von DSD-Projekten.

- Wenn Sie den »Drive Solution Designer« starten, ist zunächst kein Projekt geladen und es erscheint in der Grundeinstellung der *Startdialog*.
- Im *Startdialog* können Sie wählen, ob Sie ein neues Projekt erstellen oder ein bereits vorhandenes Projekt öffnen möchten.

Auswahlmöglichkeiten im Startdialog		
	Neues Projekt erstellen	► Neues Projekt erstellen
	Zuletzt geöffnete Projekte Eines der zuletzt geöffneten Projekte, die im Listenfeld zur Auswahl angeboten werden, wieder öffnen.	► Projekt öffnen
	Andere Projekte öffnen Im Dialogfeld <i>Projekt öffnen</i> ein bereits bestehendes Projekt öffnen.	

5.1 Neues Projekt erstellen



So erstellen Sie ein neues Projekt:

Im *Startdialog* die Option **Neues Projekt erstellen** wählen
oder

in der *Symbolleiste* auf das Symbol  klicken bzw. den Befehl **Datei→Neu** wählen.

Zunächst öffnet sich die Anmeldemaske für die Projektinformationen, von der aus anschließend die Auslegung mit der Anwendungsauswahl fortgesetzt wird.

5.2 Projektinformationen

Der erste Navigationsschritt "Projektinformationen" dient der Erfassung der Benutzer-, Kunden- und Projektdaten. Die Daten werden mit dem Projekt archiviert und im Protokoll angezeigt.

Kundendaten

Kundendaten enthalten die Daten des Empfängers des Protokolls.

- Um eine erneute Angabe der Daten bei einem weiteren Projekt für den gleichen Kunden zu vermeiden, werden Kundendaten in einer internen Datenbank im DSD gespeichert.
- Die Kundendaten werden in einer gemeinsamen Datenstruktur gespeichert. Sie können nur im Zusammenhang angelegt, geändert, gelöscht, importiert, exportiert und ausgewählt werden.
- Der jeweilige Kundendatensatz kann nach Eingabe der Daten über ein Auswahlménü neben dem Bezeichner "Kunde", "Kunden-Nr. ", "Ansprechpartner" ausgewählt werden.
 - Wurde eine Auswahl aus der Liste getroffen, so kann sie über 'Auswahl "alle"' zurückgenommen werden.



Tipp!

Die Kunden- und Projektdaten im Navigationsschritt "Projektinformationen" lassen sich jederzeit ändern und erfolgt unabhängig von den weiteren Konfigurationsschritten.

Bearbeiten Sie die gewünschten Daten und bestätigen Sie die Änderungen mit OK.

Schaltfläche	Funktion
Kundendaten Import/Export	Import oder Export der Kundendaten (gesamte Datenbank) • Ein Export ermöglicht die Übergabe/Sicherung einer kompletten Kundendatenbank eines Anwenders. Dies kann dann sinnvoll sein, wenn der DSD deinstalliert werden muss oder die Daten einem Dritten zur Verfügung gestellt werden sollen. • Ein Import übernimmt die Daten einer fremden Kundendatenbank in den DSD, d. h. die vorhandene Kundendatenbank wird um die importierten Kundendaten ergänzt.
Entfernen	Einen Datensatz aus der Kundendatenbank löschen
Ändern	Einen Datensatz in der Kundendatenbank ändern • Soll ein Kundendatensatz geändert werden, so kann dies nur im Zusammenhang erfolgen. Der geänderte Datensatz steht anschließend zur Auswahl zur Verfügung.
Neuer Eintrag	Einen neuen Datensatz in der Kundendatenbank anlegen • Das nachträgliche Zufügen von Informationen ist über die Schaltfläche Ändern möglich.
Alle Kunden	Auswahl der Kundendatenmaske in den Ausgangszustand zurücksetzen.

5.3 Projekt öffnen

Durch die ständige Weiterentwicklung des DSD und die Aktualisierung von Daten kann ein Projekt, das mit einer früheren DSD-Version erstellt wurde, von der Wissens- und Datenbasis der aktuellen DSD-Version abweichen. Deshalb prüft DSD beim Öffnen, ob das Projekt kompatibel ist. Bei einer Inkompatibilität öffnet sich das Dialogfeld *Kompatibilitätsprüfung*, das Ihnen die Prüfungsergebnisse anzeigt und mögliche Bearbeitungsschritte anbietet.



So öffnen Sie ein Projekt (*.dsd):

1. Vorgehensweise wählen, um das Projekt zu öffnen.
 - Im *Startdialog* im Listenfeld unter **Zuletzt geöffnete Projekte** das entsprechende Projekt auswählen bzw. die Option **Andere Projekte öffnen** wählen.
 - In der *Symbolleiste* auf das Symbol klicken.
 - Den Befehl **Datei→Öffnen** ausführen oder die Tasten <Strg>+<O> betätigen.
 - Mit dem Befehl **Datei→Zuletzt geöffnete Projekte** das entsprechende Projekt auswählen.
2. Wenn das Dialogfeld *Kompatibilitätsprüfung* angezeigt wird, haben Sie abhängig vom Prüfungsergebnis folgende Bearbeitungsmöglichkeiten:
 - [Projekt importieren](#) (📄 52)
 - [Projekt im ProjectViewer öffnen](#) (📄 53)

Bearbeitungsmöglichkeiten des Projekts im Dialogfeld *Kompatibilitätsprüfung*:

Projekt		Projekt importieren	Projekt im ProjectViewer öffnen
Erstellt mit	DSD-Version 4.x	Möglich	Möglich
	DSD-Version 3.x	Eingeschränkt möglich ¹⁾	Möglich
	DSD-Version 1.x oder 2.x	Nicht möglich	Nicht möglich
Mit Anwendermotor		Nicht möglich	Möglich
Mehrachsanwendung		Nicht möglich	Möglich

- 1) Aufgrund von Produktaktualisierungen oder optimierten Auslegungsalgorithmen kann DSD das Projekt möglicherweise nicht rekonstruieren.

5.3.1 Projekt importieren

Das Dialogfeld *Kompatibilitätsprüfung* wird angezeigt.



Hinweis!

DSD versucht beim Importieren das Projekt zu rekonstruieren. Parameter und Werte, die nicht rekonstruiert werden können, müssen Sie manuell eintragen.

Halten Sie beim Importieren folgende Regeln ein:

- Das Original-Projekt im *ProjectViewer* öffnen, damit die ursprünglichen Parameter und Werte griffbereit sind.
- Nur Werte und Parameter wählen, die mit dem Original-Projekt identisch sind.
 - Elektrische und mechanische Parameter berücksichtigen.
 - Im Dialogfeld *Projekt importieren* werden unbekannte Parameter markiert.
- Keine Alternativen wählen, wenn sich ursprüngliche Parameter oder Werte nicht einstellen lassen (z. B. eine Komponente ist nicht mehr verfügbar).
 - Stattdessen den Importvorgang abbrechen. DSD legt ein Projekt mit den bereits erfolgreich importierten Auslegungsschritten an. Jetzt den Antrieb mit alternativen Parametern oder Werten fertig auslegen.

Prüfen Sie das importierte Projekt:

- Die Protokolle des importierten Projekts und des Original-Projekts auf Abweichungen vergleichen.
- Abweichungen zum Original-Projekt bewerten, ob sie auslegungsrelevant sind. Gegebenenfalls das Antriebssystem neu auslegen.

Einschränkungen:

- Projekte mit Anwendermotoren können nicht importiert werden.
- Produktoptionen können nicht importiert werden.



So importieren Sie ein Projekt:

1. Auf **Projekt importieren** klicken.
 - Der Importvorgang startet und das Dialogfeld *Projekt importieren* wird angezeigt.
2. Folgen Sie den Anweisungen im Dialogfeld.
 - Das Projekt wird in der Reihenfolge der Auslegungsschritte importiert.
3. Um gleichzeitig das Original-Projekt anzuzeigen, auf **Projekt im ProjectViewer öffnen** klicken.
 - Der *ProjectViewer* startet in einem separaten Dialogfeld. Sie können das Dialogfeld verschieben, um den Importvorgang und das Original-Projekt nebeneinander darzustellen.
 - Die Anzeige im *ProjectViewer* wird mit dem Fortschritt des Importvorgangs automatisch synchronisiert. Notwendige Änderungen von Parametern und Werten können Sie dadurch sofort mit den Einstellungen im Original-Projekt vergleichen.
4. Um den Importvorgang vorzeitig zu beenden, auf **Abbrechen** klicken.
 - Das Dialogfeld *Projekt importieren* wird geschlossen.
 - Das Projekt mit den bereits importierten Auslegungsschritten ist im DSD angelegt und kann weiter bearbeitet werden.
5. Nach erfolgreichem Importvorgang auf **Schließen** klicken.
 - Das Dialogfeld *Projekt importieren* wird geschlossen.
 - Das Projekt ist im DSD angelegt.

5.3.2 Projekt im ProjectViewer öffnen

Das Dialogfeld *Kompatibilitätsprüfung* wird angezeigt.



So öffnen Sie ein Projekt im ProjectViewer:

1. Auf **Projekt im ProjectViewer öffnen** klicken.
 - Alle Auslegungsdetails des DSD-Projekts werden angezeigt.
 - Navigationsbaum, Ergebnisbaum und Protokolle stehen in gewohnter Weise zur Verfügung.
 - Das Bewegungsprofil (im *MotionDesigner* erstellt) kann in einer Datei gespeichert werden.
 - Eine Änderung der Antriebsauslegung ist nicht möglich.
2. Um den *ProjectViewer* zu schließen, im Dialogfeld auf das Symbol klicken.

5.4 Projekt speichern

Speichern Sie geöffnete Projekte von Zeit zu Zeit, um Ihre Arbeit vor Stromausfällen oder Systemproblemen zu schützen.

- In der Lenze-Einstellung ist die Funktion **Automatisches Speichern** aktiviert, um das Projekt regelmäßig zu speichern. Die Funktion wird im Hintergrund ausgeführt und ist einstellbar.
 ▶ [Einstellungen](#) (43)
- Wenn Sie das gespeicherte Projekt zu einem späteren Zeitpunkt wieder im DSD öffnen, kann die Auslegung an der Stelle, an der gespeichert wurde, fortgesetzt werden.
- Ebenso können Sie zu einer beliebigen Stelle im Navigationsbaum zurückspringen, um z. B. eine bereits vorhandene Lösung für ähnliche Anforderungen anzupassen.



So speichern Sie das aktuelle Projekt:

In der *Symbolleiste* auf das Symbol klicken, den Befehl **Datei→Speichern** ausführen oder die Tasten **<Strg>+<S>** betätigen.

- Alle Informationen zu der konfigurierten Antriebslösung werden abgespeichert.
- Die Datei bekommt standardmäßig die Endung **.dsd*.

6 Hilfsmittel für die Antriebsauslegung

6.1 Datenerfassung über Checklisten

Die Parameter der Anwendung sind wichtige Daten, ohne die eine Auslegung nicht möglich ist. In der Ckeckliste sind diese Parameter mit "*" gekennzeichnet.

- Die wichtigen Daten (z. B. Masse, Geschwindigkeit und Bewegung) müssen vollständig vorliegen.
- Fehlen weniger wichtige Daten (z. B. Fahrwiderstände), so können Sie Annahmen treffen. Dokumentieren Sie dies zusätzlich im Auslegungsprotokoll.

Um die Datenerfassung zu unterstützen, enthält der DSD für jede Anwendung eine Checkliste, mit der Sie die Daten der Anwendung erfassen können.

- Die Checklisten lassen sich ausdrucken.
- Der Zugriff auf die Checklisten erfolgt über das Menü **Werkzeuge→Checkliste Anwendung**.
 - Es öffnet sich ein Dialogfeld, in dem Sie über Optionsfelder die geeignete Anwendung auswählen können.
 - Durch Betätigen der Schaltfläche **Öffnen** wird die entsprechende Checkliste in Word geöffnet.
- Die Checkliste enthält Abfragen zu folgenden Themen:

Auslegungsteil	Daten
Kunden und Projektdaten	Bearbeiter, Kunde, Projekt.
Daten der Anwendung	Allgemeiner Antrieb; Allgemeiner Antrieb mit Importfunktion für Anwendungsdaten; Drehtisch; Fahrtrieb; Gurtförderer für Stückgut; Gurtförderer für Schüttgut; Hubwerke mit und ohne Gegengewicht; Kettenförderer; Linienantrieb mit Einfach- oder Quetschwalze; Pumpe; Ventilator; Linearrachsen mit feststehendem Riemenantrieb oder mitbewegtem Omega-Riemenantrieb; Rollenförderer; Spindelantrieb; Zahnstangenantrieb.
Bewegung	• Betrieb mit vordefiniertem Bewegungsprofil nach Betriebsart S1, S2, S3 oder S6 • Betrieb mit spezifischem Bewegungsprofil. Das Bewegungsprofil kann grafisch erstellt oder importiert werden. • In der Checkliste die Parameter tabellarisch erfassen oder Skizze anfertigen.
Netz- und Umgebungsbedingungen	Optional
Sonstiges	Optional (Genauigkeiten...)
Motor	Optional einschließlich Fremdmotor
Getriebe/Übersetzung	Optional auch für "Zusätzliches Antriebselement"
Mechanische Bremse	Optional
Umrichter	Optional
Abführung generatorischer Leistung	Optional
Rückführung	Optional

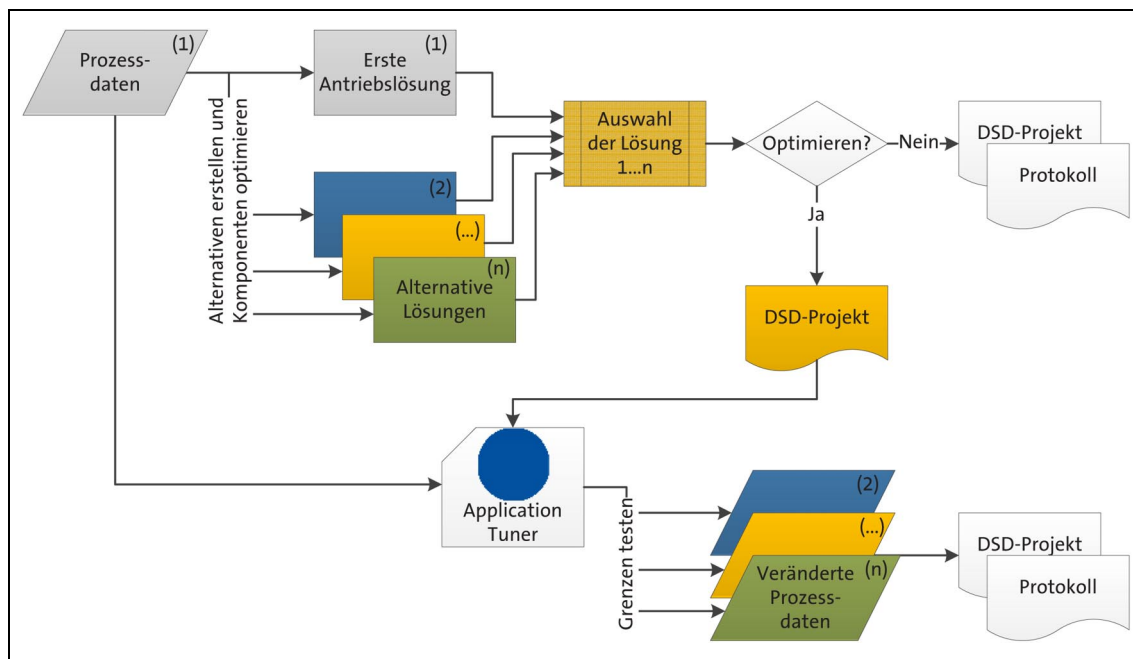


Tipp!

Die mit "Optional" gekennzeichneten Daten sind der Vollständigkeit halber in der Checkliste enthalten, sind jedoch nicht zwingend für die Auslegung erforderlich.

6.2 Antriebslösungen optimieren

DSD bietet unterschiedliche Funktionen, um Antriebsauslegungen zu optimieren und eine bedarfsgerechte Antriebslösung zu finden.



[6-1] Funktionen, um Antriebsauslegungen zu optimieren

Alternative erstellen und Projektvergleich

Empfohlene Verwendung

- Der Antrieb soll mit alternativen Komponenten ausgelegt werden. Dabei bleiben die Prozess- und Bewegungsdaten unverändert.
- Eine Alternative zur aktuellen Antriebsauslegung können Sie an beliebiger Stelle im Navigationsbaum erzeugen.
- Die Alternativen können Sie mit den wichtigsten Eckdaten vergleichen. Den Projektvergleich können Sie ausdrucken.

Beispiele

- Für eine Antriebsauslegung sind ggf. mehrere Alternativen notwendig, um eine technische bzw. kommerzielle Entscheidung treffen zu können.
- Mehrere Antriebslösungen mit unterschiedlichen Komponenten bieten sich an.
- Die Antriebslösung soll mit unterschiedlichen Reserven kalkuliert werden.

Application Tuner

Empfohlene Verwendung

- Der Antrieb soll mit unterschiedlichen Prozess- und Bewegungsdaten ausgelegt werden. Dabei bleiben die Komponenten unverändert.

6.2.1 Alternative erstellen

Zu bestehenden Projekten können Sie Alternativen anlegen. Vom aktuellen Projekt wird bis zum gewünschten Auslegungsschritt eine Kopie mit neuen Dateinamen erzeugt. Durch die Fenstertechnik des DSD können mehrere Projekte gleichzeitig geöffnet sein. Über das Menü **Fenster** lassen sich die geöffneten Projekte anordnen.

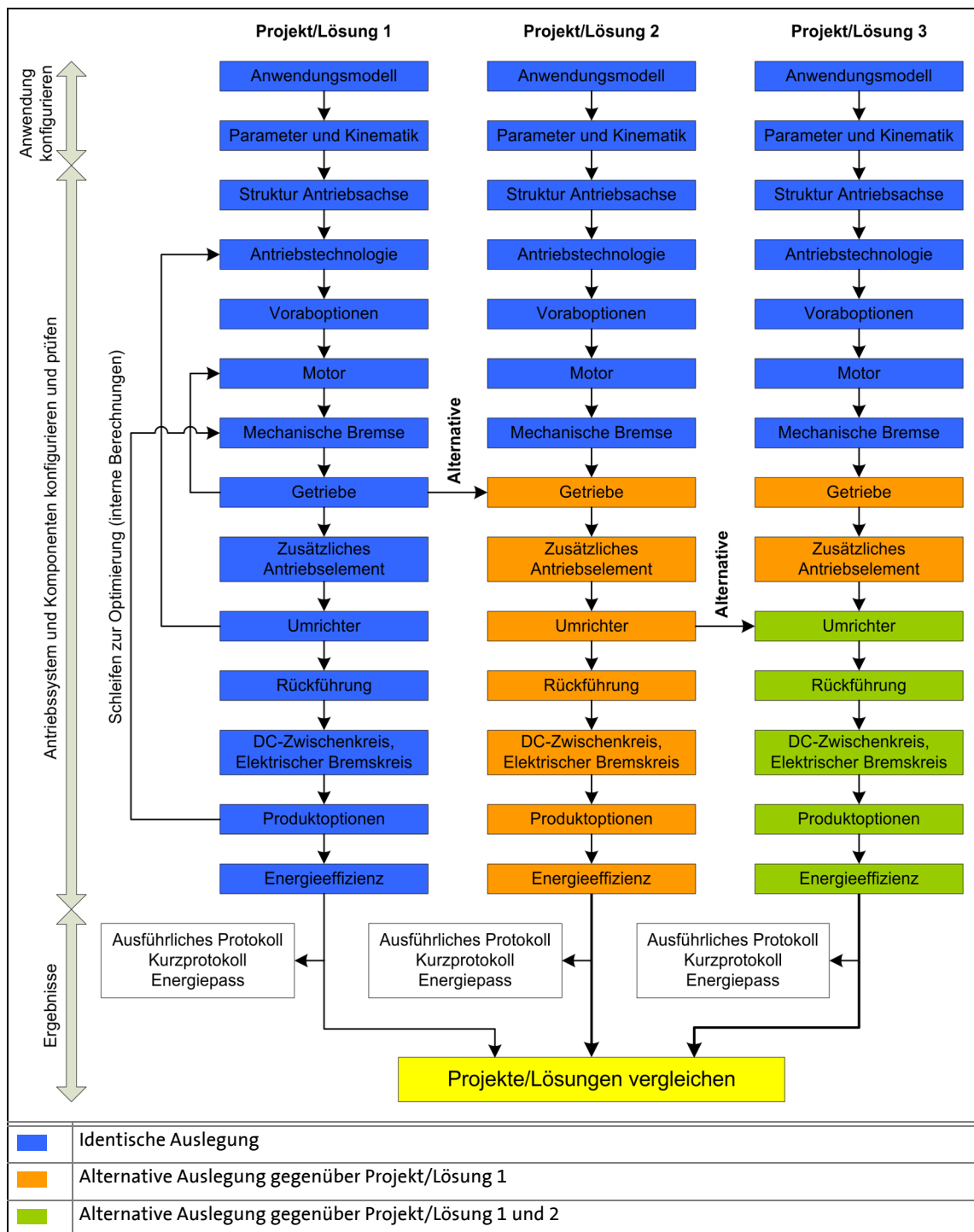
Es gibt zwei Möglichkeiten, Alternativen in DSD anzulegen:

- A. Im aktuellen Projekt den Cursor an die gewünschte Stelle im Navigationsbaum absetzen. Nun mit der rechten Maustaste den Befehl **Alternative erzeugen** ausführen. Vom aktuellen Projekt wird bis zum markierten Auslegungsschritt eine Kopie erzeugt.
- B. Stellen Sie das aktuelle Projekt fertig. Speichern Sie es. Setzen Sie den Cursor im Navigationsbaum an der gewünschten Stelle ab. Mit dem Befehl **Datei→Speichern unter** wird das Projekt bis zum markierten Auslegungsschritt unter einem neuen Dateinamen gespeichert.



Tipp!

Ab jedem Auslegungsschritt im Navigationsbaum kann eine Alternative erzeugt werden. Sie können mehrere Alternativen angelegt werden.



[6-2] Beispiel einer Auslegung mit Alternativen

6.2.2 Application Tuner

In der Planungsphase für eine Maschine gibt es im Allgemeinen nur ein Worst-Case-Szenario oder ein Referenzszenario zu den Anforderungen der Maschine. Diese Szenarien können aber nicht alle Betriebszustände der Maschine abbilden. Oft sind weitere Anforderungen zu prüfen:

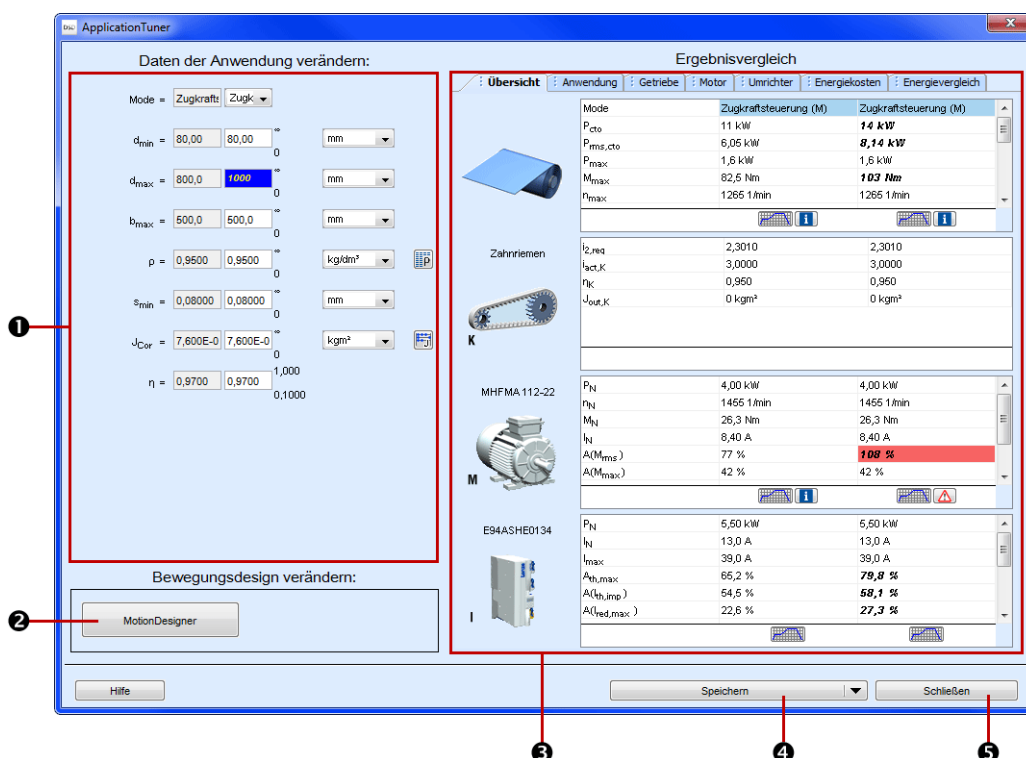
- Kann der Antrieb eine noch größere Masse bewegen?
- Kann der Antrieb noch stärker beschleunigen?
- Muss ein Not-Halt mit kurzer Bremszeit berücksichtigt werden?
- Wie ist die Auslastung oder Energiebilanz im Teillastbereich?
- Wie wirken sich unterschiedliche Rezepturen auf den Antrieb aus?

Eigenschaften des *Application Tuner*:

- Daten der Anwendung und Daten der Bewegung ändern und die Auswirkungen auf den Antrieb beobachten und ggf. optimieren.
- Zu einem Referenzszenario weitere mögliche Betriebszustände und Materialrezepturen in die Auslegung integrieren.
- Die optimierte Antriebslösung als eigenes DSD-Projekt anlegen.
- Von der optimierten Antriebslösung ein Protokoll ausgeben.
- Bei den zusätzlichen Prüfungen für Not-Halt-Szenarien von Wickelantrieben unterstützen. [Not-Halt-Szenarien prüfen](#) (216)



In den Auslegungsschritt *Protokoll* wechseln und auf das Symbol  klicken, um den *Application Tuner* zu öffnen.



Legende	Beschreibung
❶	Daten der Anwendung
	 Ursprüngliche Daten der Anwendung. • Werte können nicht geändert werden.
	 Ursprüngliche Daten der Anwendung. • In diesen Eingabefeldern können Sie Werte ändern.
	 Geänderte Daten der Anwendung. • Änderungen werden übernommen, wenn Sie das Eingabefeld verlassen.
❷	Bewegungsdesign • Klicken Sie auf die Schaltfläche MotionDesigner , um Bewegungsdaten zu ändern.
❸	Ergebnisvergleich • Die linke Spalte zeigt berechnete Werte der ursprünglichen Anwendung. • Das Register <i>Übersicht</i> gibt einen Überblick über die wichtigsten Werte. • Die Register <i>Anwendung</i> , <i>Getriebe</i> , <i>Motor</i> und <i>Umrichter</i> zeigen detaillierte Werte. • Die Register <i>Energiekosten</i> und <i>Energievergleich</i> zeigen berechnete Werte zur Energieeffizienz.
	 Neu berechneter Wert.
	 Neu berechneter Wert, der über dem Grenzwert liegt. • Bei Überschreiten des Grenzwerts wird eine Meldung mit detaillierter Beschreibung ausgegeben.
	 Schaltfläche, um Diagramme der Anwendung oder der Komponente zu öffnen.
	 Schaltflächen, um Meldungen der Anwendung oder der Komponente zu öffnen.
❹	Klicken Sie in der Schaltfläche Speichern auf das schwarze Dreieck, um das Auswahlménü zu öffnen. • Die neu berechnete Auslegung als separates DSD-Projekt speichern. • Ein kurzgefasstes oder ausführliches Protokoll über die neu berechnete Auslegung erstellen. • Einen Energiepass über die neu berechnete Auslegung erstellen.
❺	Klicken Sie auf die Schaltfläche Schließen , um den <i>Application Tuner</i> zu verlassen.

6.2.3 Projektvergleich

Über einen "Projektvergleich" können "Alternativen" in komprimierter Form gegenüber gestellt werden. Es erscheinen nur die wichtigsten, für einen übersichtlichen Vergleich erforderlichen Daten in strukturierter Form.

- Daten, die von Projekt 1 abweichen, werden in den Projekten 2 ... n kursiv und fett dargestellt. Felder mit blauem oder rotem Hintergrund weisen darauf hin, dass zu diesen Daten Meldungen vorliegen.

Parameter	Project_motion(1).dsd	Project_motion.dsd
Lenze-Getriebe		
Getriebe	GKS07	GKS07
Stufenzahl	3	3
Ausführung	Direktanbau	Direktanbau
Ist-Getriebeübersetzung	12,71	12,71
Thermische Auslastung Getriebe mit mineralischem Öl	66 %	66 %
Auslastung Getriebe	90 %	90 %
Auslastung, bezogen auf das äquivalente Drehmoment	27 %	27 %
Auslastung Getriebe	66 %	66 %
Auslastung Zeitfestigkeit	0 %	0 %
Motor		
Motorgruppe	MCA	MCA
Typenbezeichnung	19S17	19S35
Motorbemessungsleistung	6,40 kW	13,2 kW
Bemessungsdrehmoment Motor	36,3 Nm	36,0 Nm
Motorbemessungsdrehzahl	1700 1/min	3510 1/min
Motorbemessungsstrom	13,9 A	28,7 A
Bemessungsspannung Motor	390 V	390 V
Trägheitsmoment	72,0 kgcm²	72,0 kgcm²
Faktor Feldschwächung	2,1	1,0
Auslastung, bezogen auf effektives Drehmoment	50 %	37 %
Auslastung maximales Drehmoment (Motor, Umrichter)	144 %	36 %
Kurzzeitige Überlastung	104 %	105 %
Max. Lastabstimmungsfaktor	14	14
Elektromechanische Bremse		
Typ Bremse	PMB	PMB
Motor.VMTXXX_BR_GROESSE	14	14
Bremsmoment	40,0 Nm	40,0 Nm
Brems-Bemessungsmoment / ausgelegtes Bremsmoment	10,0	10,0
Theoretische Bremszeit	1,48 s	1,48 s

6.3

Auslegung "einfach und schnell" oder "komplex und exakt"

Je nach Anwendung lässt sich der Auslegungsvorgang im DSD deutlich vereinfachen.

- Für eine Anwendung müssen Sie immer die Daten der Anwendung eingeben und die Bewegung beschreiben.
- Als Ausgaben können berechnete Auslastungswerte, Diagramme und Optionen dargestellt werden.

Für die schnelle und übersichtliche Auslegung stehen mehrere Möglichkeiten zu Verfügung. So können zum einen die Anzahl der Parameter reduziert, das Bewegungsprofil vereinfacht dargestellt oder die Produktoptionen weggelassen werden. Dadurch wird bei einfachen Auslegungsvorgängen die Bearbeitung wesentlich reduziert.

Soll eine Anwendung optimiert werden und spielen dynamische Vorgänge eine wichtige Rolle, so kann dies durch entsprechende Erweiterung der Auslegung berücksichtigt werden. Für eine vollständige Darstellung der Produkte können auch die notwendigen Optionen festgelegt werden.

Im *Eingabebereich* nehmen Sie über die Text- und Listenfelder die eigentlichen Eingaben zur Antriebsauslegung vor:

Bezeichnung	Info
A Eingabebereich für Standardwerte	Die obere Hälfte des Eingabebereichs dient zur Eingabe der mindestens erforderlichen Werte für die Anwendung.
B Eingabebereich für detaillierte Werte	Die untere Hälfte des Eingabebereichs ermöglicht bei Bedarf die Eingabe von detaillierten Werten für die Anwendung. • Wenn Sie das Optionsfeld Mit detaillierten Werten 5 aktivieren, wechseln die Anzeigefelder 4 in Eingabefelder, in die Sie weitere Werte für die Anwendung eingeben können.
1 Optionsfeld "Mit detaillierten Werten"	Wenn Sie dieses Optionsfeld aktivieren, wechseln die Anzeigefelder in Eingabefelder, in die Sie weitere Werte für die Anwendung eingeben können.
2 Eingabefeld	Über die Eingabefelder (Textfelder) im Eingabebereich geben Sie die entsprechenden Parameterwerte vor.
3 Listenfeld (Dropdown-Listenfeld)	Durch Klicken auf das Listenfeld wird eine Liste in Form eines Menüs angezeigt, das die Auswahl eines Eintrages (hier: Einheit) gestattet.

Bezeichnung		Info
④	Aufruf Hilfsrechner	Über diese Schaltfläche können Sie einen Hilfsrechner zur Berechnung des einzugebenen Wertes aufrufen. ▶ Hilfsrechner (□ 466)
⑤	Anzeigefeld	Textfelder mit grauem Hintergrund dienen nur zur Anzeige eines Wertes, eine Eingabe/Änderung des Wertes ist nicht möglich. • Werte in Textfeldern mit grauem Hintergrund werden bei der Berechnung berücksichtigt. • Wenn Sie das Optionsfeld Mit detaillierten Werten ⑤ aktivieren, wechseln die Anzeigefelder in Eingabefelder, in die Sie weitere Werte für die Anwendung eingeben können.

6.3.1 Überschlägige Berechnung

Für eine überschlägige Ermittlung der Bedarfe können Sie einen geregelten Antrieb ersatzweise mit vordefiniertem Bewegungsprofil nach Betriebsart auslegen.

- Bei den Betriebsarten handelt es sich um normierte Belastungen (VDE 0530) für einen Antriebsmotor. Es wird zwischen den Betriebsarten S1 ... S10 unterschieden.
▶ [Vordefiniertes Bewegungsprofil nach Betriebsart](#) (□ 289)
- Hat der Anlauf-/Bremsvorgang keinen merklichen Einfluss auf die Maschine, so kann häufig auch mit den Betriebsarten S1, S2, S3 und S6 gerechnet werden. Auch diese Betriebsarten sind im DSD verfügbar.

6.3.2 Produktmerkmale

Neben den für die physikalische Dimensionierung notwendigen Ausführungen einer Komponente gibt es für den Ein- und Anbau sowie den Betrieb wichtige Eigenschaften. Nach der Dimensionierung des Antriebssystems können Sie im Auslegungsschritt *Produktmerkmale* die Eigenschaften für jede Komponente festlegen.

- Für die Dimensionierung einer Komponente sind Produktmerkmale nicht erforderlich.
- Die Auslegung kann ohne Festlegen der Produktmerkmale beendet werden.
- Alternativ können Sie die Optionen im »EASY Product Finder« festlegen.

6.4 Kostenoptimierungsfaktoren

Kosten stehen natürlich im unmittelbaren Zusammenhang mit den Reserven und den Brauchbarkeitsdauern der einzelnen Antriebskomponenten.

- Überdimensionierungen können ein Antriebssystem sehr schnell unattraktiv machen.
- Unterdimensionierungen können das Antriebssystem zunächst einmal attraktiv erscheinen lassen. Jedoch können hohe Folgekosten und auch Imageschäden entstehen, wenn der Antrieb die geforderten Aufgaben nicht erfüllt.



Tipp!

Folgen Sie bei Antriebsauslegungen stets dem Leitsatz "Nicht mehr und auch nicht weniger als erforderlich!"

Hier ist der Anwender gefordert, mit Hilfe der vorhandenen Assistenten im DSD die optimalen Entscheidungen zu treffen.

- Die folgende Tabelle listet hierfür wichtige Entscheidungsparameter bzgl. der Kosten auf:

Parameter	Wirkung	Anmerkungen
Baugröße Getriebe	Einfluss auf die Brauchbarkeitsdauer	
Drehmoment-Überlastfaktor des Motors	Einfluss auf die Motorbaugröße	
Betrieb bis mindestens zur Motorbemessungsdrehzahl	Einfluss auf Motorbaugröße und Regelbarkeit	Andernfalls wird der Umrichter nicht optimal ausgelastet
Lastabstimmungsfaktor k_j	Einfluss auf die Regelgüte und Dynamik	
Wahl des optimalen Bewegungsprofils	Kann Einfluss auf Motorbaugröße und k_j haben	
Auswahl der richtigen Motorbemessungsdrehzahl	Hohe Bemessungsdrehzahl reduziert Baugröße	Max. zulässige Antriebsdrehzahl des Getriebes und akustische Emission beachten!
Wahl des optimalen Feldschwächfaktors k_f	Hat insbesondere beim Wickelantrieb erheblichen Einfluss auf die Größe des Umrichters	
Nutzung des 87-Hz-Betriebs	Reduziert die Motorbaugröße • Beim Wickelantrieb nur bei sehr kleinem Wickelverhältnis q sinnvoll	
Wahl der Schaltfrequenz	Bei 16 kHz nur noch 2/3 der Bemessungsleistung	
Wahl von 1-phasigen Umrichtern bei Leistung ≤ 2.2 kW	Ist preisgünstiger als 3-phasiger Umrichter bei gleicher Leistung	
Wahl von Doppelachsmodulen Servoumrichter i700	Reduzierte Kosten für Umrichter	
DC-Verbundbetrieb	• Geringere Netzbelastung • Verbesserte Energiebilanz	

7 Anwendungen

Im DSD sind derzeit 21 Anwendungsmodelle enthalten, mit denen die meisten Einsatzfälle für Lenze-Antriebe berechnet werden können.

In den folgenden Kapiteln ist jede Anwendung detailliert beschrieben. Neben einer Beschreibung der Anwendung werden alle angezeigten Parameter, Auswahltabellen und Optionen erklärt.



Hinweis!

Während einer Auslegung kann der DSD Warnungen und Hinweise anzeigen!

- Das Kapitel "[Meldungen zur Antriebsauslegung](#)" enthält alle Warnungen und Hinweise mit möglichen Ursachen und Abhilfen sowie Tipps zur Optimierung der Auslegung. ([📖 506](#))

Daten der Anwendung

DSD kann eine Anwendung "Mit detaillierten Werten" oder "Mit Standardwerten" berechnen. Mit Standardwerten sind auch schnelle und überschlägige Auslegungen möglich, bei denen nicht alle Parameter der Anwendung bekannt sind oder berücksichtigt werden sollen.

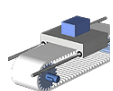
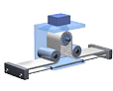
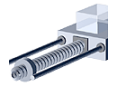
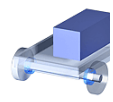
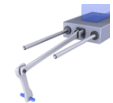
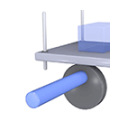
- Bei der Berechnung "Mit Standardwerten" ist der Eingabebereich für detaillierte Werte deaktiviert. Die Werte in den Textfeldern mit grauem Hintergrund werden dennoch bei der Berechnung berücksichtigt. [Eingabebereich](#) ([📖 35](#))

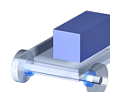
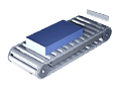
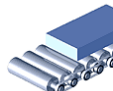
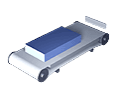
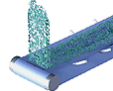
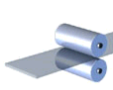
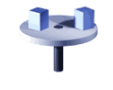
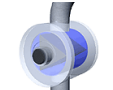
Alternative Auslegung

Im Auslegungsschritt *Daten der Anwendung* kann z. B. von einer Auslegung "Mit Standardwerten" schnell eine alternative Auslegung "Mit detaillierten Werten" erstellt werden.

- Mit der Funktion "Alternative" kann in jedem Auslegungsschritt eine Kopie vom aktuellen Projekt erzeugt werden. [Alternative erstellen](#) ([📖 56](#))

7.1 Übersicht

Gruppe	Anwendung	Bemerkung
 Geradlinig bewegen	 Riemenantrieb, umlaufend	Auch für riemengezogene Fahrzeuge
	 Omega-Riemenantrieb	Auch für riemengezogene Fahrzeuge
	 Zahnstangenantrieb	
	 Spindelantrieb	
	 Radantrieb	Anwendung, bei dem der Antrieb über die Räder erfolgt.
	 Kurbeltrieb	
	 Exzenterhubtisch	
 Vertikal seilgeführt bewegen	 Hubantrieb ohne Gegengewicht	
	 Hubantrieb mit Gegengewicht	

Gruppe	Anwendung	Bemerkung
 Kontinuierlich fördern	 Radantrieb	Anwendung, bei dem der Antrieb über die Räder erfolgt.
	 Kettenförderer	Antriebslösung mit Lenze Smart Motor möglich. ► Anwendungen mit dem Lenze Smart Motor (72)
	 Rollenförderer	Antriebslösung mit Lenze Smart Motor möglich. ► Anwendungen mit dem Lenze Smart Motor (72)
	 Gurtförderer Stückgut	Antriebslösung mit Lenze Smart Motor möglich. ► Anwendungen mit dem Lenze Smart Motor (72)
	 Gurtförderer Schüttgut	Antriebslösung mit Lenze Smart Motor möglich. ► Anwendungen mit dem Lenze Smart Motor (72)
 Gleichlaufend antreiben	 Gleichlaufantrieb Einfachwalze	
	 Gleichlaufantrieb Quetschwalzen	
 Rotatorisch bewegen, antreiben	 Allgemeiner rotatorischer Antrieb	Rotativer Antrieb
	 Drehtischantrieb	Nur für waagerechte Drehtische
 Hydraulisch, pneumatisch fördern	 Pumpe	
	 Ventilator	
 M-n-Betriebspunkte importieren	M-n-Betriebspunkte importieren	Import der Betriebspunkte für Drehmoment und Drehzahl aus einer ASCII-Datei. Aus der ASCII-Datei können zusätzlich das Trägheitsmoment der Anwendung sowie die Zustände der Reglersperre und Bremse importiert werden.

Gruppe	Anwendung		Bemerkung
 Mehrachsverbund auslegen		Mehrachsverbund auslegen	Mehrere DSD-Projekte (Antriebsn) zusammenführen, die einen Mehrachsverbund bilden sollen und dafür die Versorgungskomponenten auslegen.
 Materialien wickeln		Aufwickler (einfach)	
		Abwickler (einfach)	

7.2 Grundlegende Berechnungen

In diesem Kapitel wird beschrieben, welche grundlegenden Berechnungen erforderlich sind, um den Bedarf der Anwendung zu ermitteln. Die Ausgangssituation ergibt sich durch die Berechnungen, die bei der jeweiligen Anwendung (z. B. Fahrtrieb) durchgeführt werden müssen.

Der Bedarf der Anwendung ergibt sich durch

- das benötigte Drehmoment,
- die geforderte Drehzahl,
- die daraus resultierende Leistung.

7.2.1 Drehmoment

Um das Antriebssystem genau auszulegen, wird das Drehmoment der Anwendung benötigt. Das sollte unter Berücksichtigung der Verluste (z. B. Reibung) für die Anwendung komplett berechnet werden. Eine Aufteilung in eine dynamische und eine stationäre Komponente ist dabei nicht möglich, da die Reibung teilweise auf dynamische Komponenten wirkt und teilweise nicht.

Zum Beispiel müssen bei einer Spindel die dynamischen Kräfte durch die linear bewegten Massen mit Verlusten beaufschlagt werden und die dynamischen Momente durch das Trägheitsmoment der Spindel wirken ohne Verluste auf das Antriebssystem. Außerdem sind die Verluste je nach Anwendung von unterschiedlichen Faktoren abhängig. Deshalb wird angenommen, dass das erforderliche Drehmoment der Anwendung M_{app} gegeben ist:

$$M_{sum} = M_{app}$$

[7-1] Gleichung 1: gesamtes Drehmoment der Anwendung



Tipp!

Die Gleichung zur Berechnung des Drehmoments finden Sie im Kapitel zum jeweiligen Anwendungsmodell.

Grundsätzlich setzt sich der gesamte Bedarf des Drehmoments folgendermaßen zusammen.

- Das dynamische Drehmoment der Anwendung ergibt sich durch die Multiplikation der Massenträgheit mit der Winkelbeschleunigung:

$$M_{dyn} = J \cdot \alpha$$

[7-2] Gleichung 2: dynamisches Drehmoment der Anwendung

- Das stationäre Drehmoment M_{sds} berechnet sich anhand der anwendungsspezifischen Gleichungen, die im Kapitel zum jeweiligen Anwendungsmodell aufgeführt sind.
- Das gesamte Drehmoment der Anwendung ergibt sich aus der Addition der dynamischen und der stationären Komponente:

$$M_{sum} = M_{dyn} + M_{sds}$$

[7-3] Gleichung 3: gesamtes Drehmoment der Anwendung

Berechnung des effektiven Drehmoments der Anwendung:

$$M_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T M^2(t) dt}$$

[7-4] Gleichung 4: effektives Drehmoment der Anwendung

7.2.2 Leistung der Anwendung

Die Leistung P in [W] der Anwendung ergibt sich aus der Multiplikation von Drehmoment und Winkelgeschwindigkeit:

$$P = M_{sum} \cdot \omega = M_{sum} \cdot n \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60}$$

[7-5] Gleichung 5: Leistung der Anwendung

Die Eckleistung P_{cto} in [W] der Anwendung ergibt sich aus der Multiplikation von max. Drehmoment und max. Winkelgeschwindigkeit:

$$P_{cto} = M_{max} \cdot \omega_{max}$$

[7-6] Gleichung 6: Eckleistung der Anwendung

Die effektive Eckleistung $P_{rms,cto}$ in [W] der Anwendung ergibt sich aus der Multiplikation von effektivem Drehmoment und max. Winkelgeschwindigkeit:

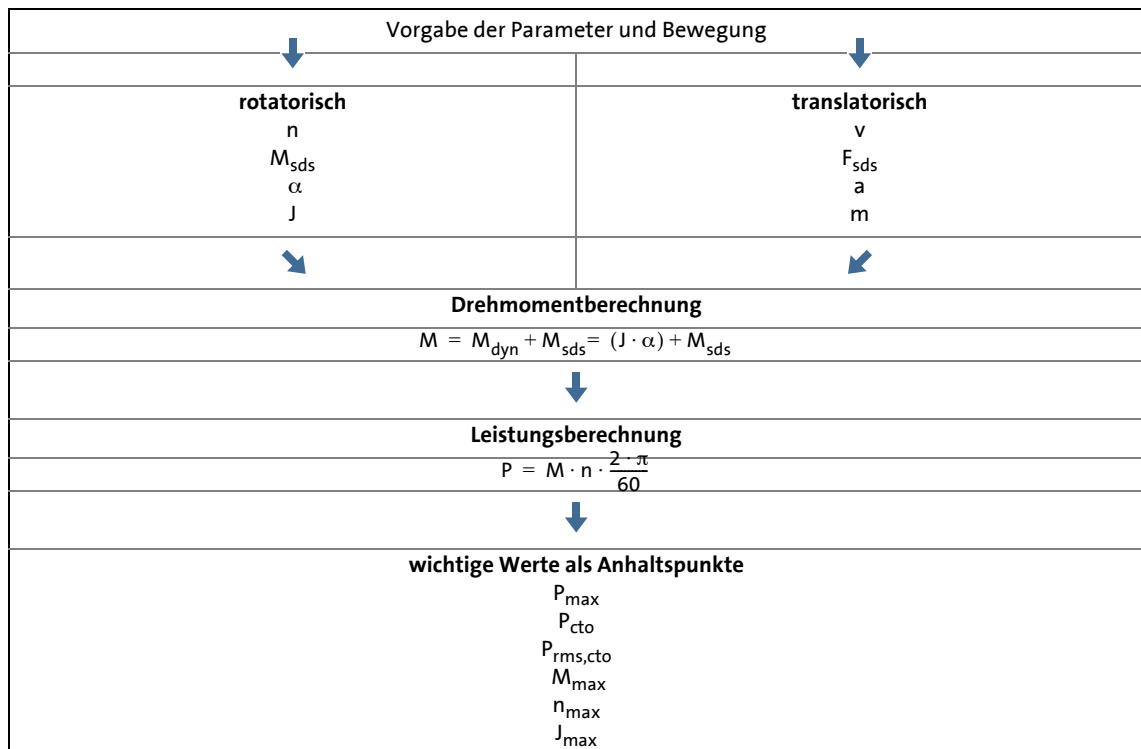
$$P_{rms,cto} = M_{rms} \cdot \omega_{max}$$

[7-7] Gleichung 7: effektive Eckleistung der Anwendung

7.2.3 Bewegung der Anwendung

Bei den Berechnungen ist die Bewegung zu berücksichtigen. Unterschieden wird zwischen vordefiniertem und frei definierbarem Bewegungsprofil.

- Frei definierbares Bewegungsprofil:
 - Das Bewegungsprofil basiert auf die genormten Betriebsarten S8 ... S10 nach VDE 0530.
 - Bei der Berechnung des Bewegungsprofils müssen die Parameter zu jedem Zeitpunkt berechnet werden.
 - Wichtige Anhaltswerte bei der Berechnung des Bewegungsprofils sind die Maximalwerte von Leistung, Drehmoment und Drehzahl.
 - Das Bewegungsprofil kann grafisch erstellt, anhand numerischer Werte definiert oder importiert werden.
- Vordefiniertes Bewegungsprofil:
 - Das Bewegungsprofil basiert auf die genormten Betriebsarten S1 ... S7 nach VDE 0530.
 - Bei der Berechnung werden neben dem stationären Zustand auch dynamische Vorgänge berücksichtigt.
 - Das vordefinierte Bewegungsprofil bietet eine einfache Möglichkeit, um ein Bewegungsprofil mit Beschleunigung, Konstantfahrt, Verzögerung und Stillstand einzugeben.
 - Die Einstellungen "Bremsen im Stillstand" und "Reglersperre im Stillstand" sind auswählbar.
 - Die Parameter "Verzögerungszeit", "Anlaufzeit", "Zykluszeit" und "Bewegungsrichtung" sind veränderbar.



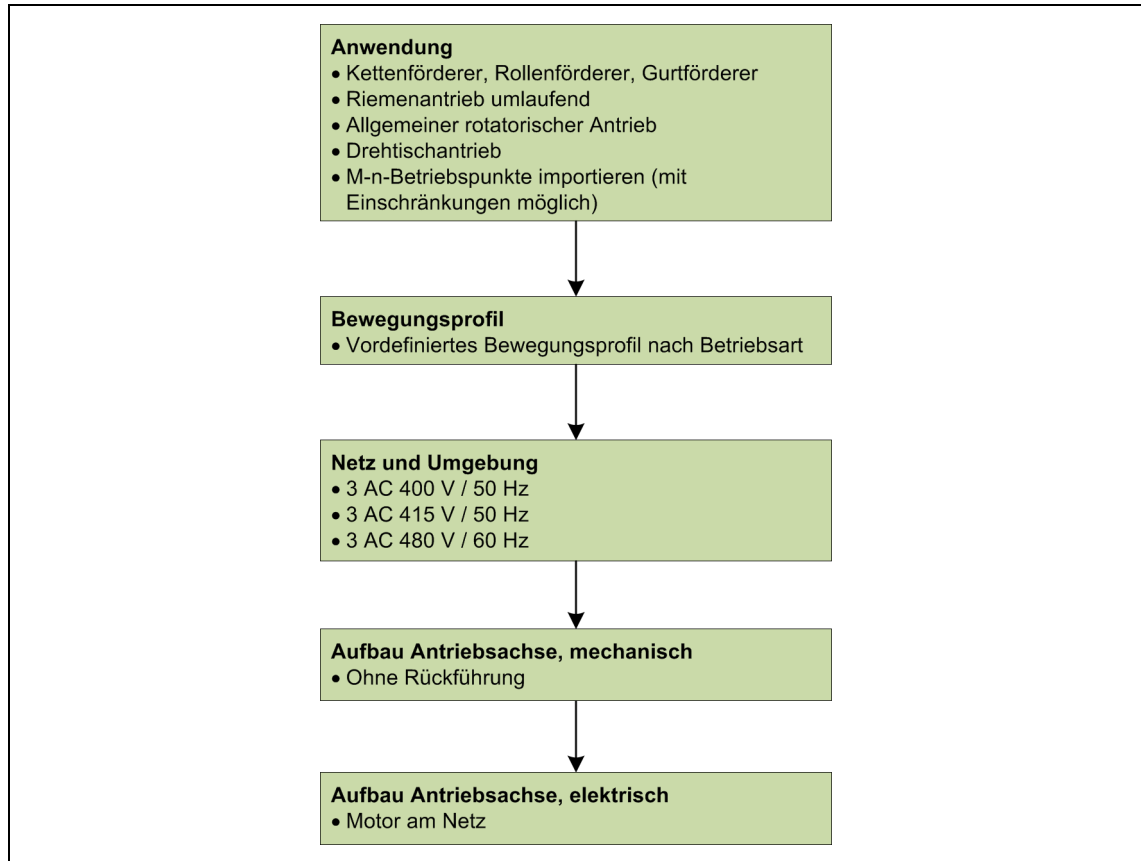
[7-8] Verdeutlichung der möglichen Berechnungen mit verschiedenen Vorgaben

7.2.4 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a	Beschleunigung	m/s^2
F_{sds}	stationäre Kraft	N
J	Trägheitsmoment der Last	kgm^2
M_{dyn}	dynamisches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{rms}	effektives Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{sum}	gesamtes Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment der Anwendung	Nm
n	Drehzahl der Anwendung	1/min
P	Leistung der Anwendung	W
r	Radius	m
s	Weg	m
t	Zeit	s
T	Periodendauer	s
v	Geschwindigkeit	m/s
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
φ	Winkel	rad
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s

7.3 Anwendungen mit dem Lenze Smart Motor

Antriebslösungen mit dem Lenze Smart Motor sind im DSD unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Das Diagramm zeigt, welche Einstellungen dafür erforderlich sind.



[7-9] Der Weg zum Lenze Smart Motor - notwendige Einstellungen

Bei einer Antriebsauslegung mit dem Lenze Smart Motor kann im DSD die Auswahl der Anwendung "M-n-Betriebspunkte importieren" sinnvoll sein.

- Vorteile:
 - Z. B. bei einem Kettenförderer können Sie das Losbrechmoment berücksichtigen.
 - Ergebnisse von Messungen an der Anwendung können Sie mit der Antriebsauslegung vergleichen, indem Sie die Messdaten importieren.
 - Sie können Antriebe für Anwendungen auslegen, die im DSD nicht vorhanden sind.
- Zusätzliche, erforderliche Tätigkeiten:
 - Die Eignung der Motorregelung für die Anwendung müssen Sie manuell prüfen.
 - Lassen Sie die Daten (Abtriebsdrehzahl, Drehrichtung, Hochlaufzeit, Ablaufzeit) von Ihrem Lenze-Vertriebspartner prüfen. Dadurch ist sichergestellt, dass die Abtriebslösung mit dem Lenze Smart Motor realisierbar ist.

7.4**Riemenantrieb, umlaufend**

Die überwiegende Mehrheit der Positioniersysteme erfordern lineare Bewegungen. Bei Einsatz eines rotierenden Antriebs muss eine Umsetzung der Rotation des Motors in eine lineare Bewegung erfolgen. Die Mechanik legt in hohem Maße die erreichbaren Geschwindigkeiten und damit die Dynamik des Positioniervorgangs sowie die Wiederholgenauigkeit und damit die Güte der Positionierung fest.

Eigenschaften eines umlaufenden Riemenantriebs

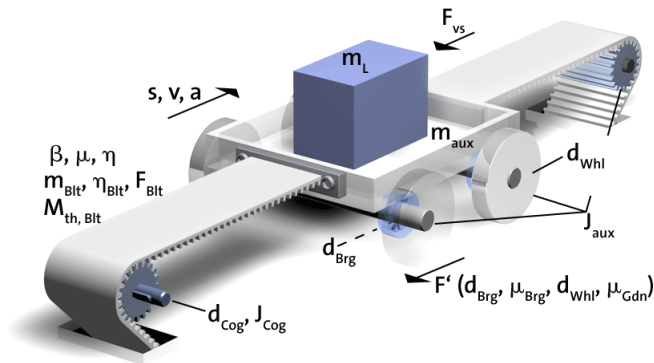
- Ein Motor treibt eine Riemenscheibe an, die wiederum einen Zahnriemen antreibt. Am Zahnriemen ist die zu bewegende Masse befestigt, die im Allgemeinen aus einem Werkzeug und der Nutzlast besteht.
- Zahnriemen erlauben eine höhere Geschwindigkeit, aber eine niedrigere Positioniergenauigkeit von ca. 0,1 mm. Der Positionierweg ist größer als bei der Spindel, aber auch begrenzt.
- In Anwendungen zur Materialhandhabung werden sehr häufig Zahnriemenantriebe verwendet, weil diese eine hohe Geschwindigkeit und eine für diese Anwendung ausreichende Genauigkeit bieten.

Anforderungen an ein Antriebssystem zum Positionieren

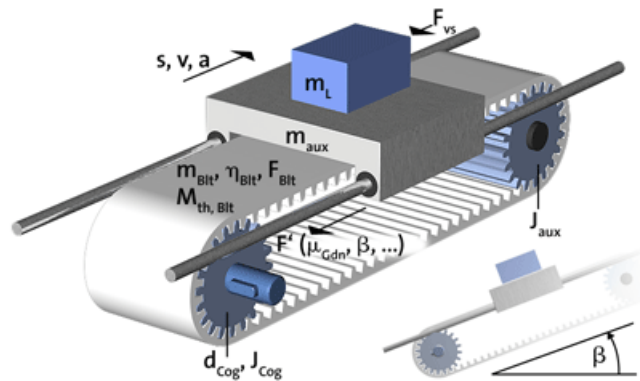
- Hohe Dynamik, um kurze Positionierzeiten zu erreichen
- Gute Genauigkeit entsprechend der Anwendung
- Hohe Zuverlässigkeit

7.4.1 Anwendungen mit horizontaler Bewegungsrichtung

- Anwendung eines umlaufenden Riemenantriebs mit Radführung:



- Anwendung eines umlaufenden Riemenantriebs mit Linearführung:



Hinweis!

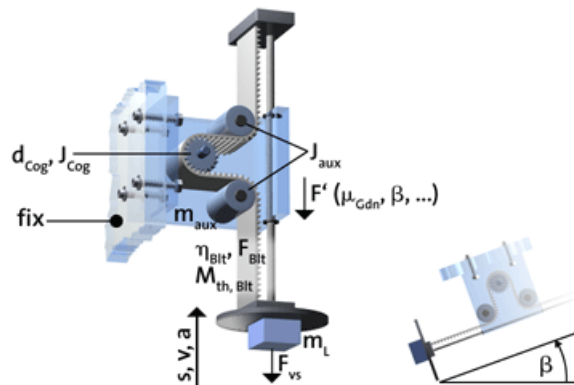
Die Verluste eines Zahnriemens haben einen relativ hohen konstanten Anteil, d. h. das Verlustdrehmoment ist nahezu unabhängig von dem Belastungsdrehmoment. Der Grund hierfür liegt in der Vorspannung des Riemens, die man benötigt, wenn dynamisch mit hoher Präzision verfahren werden soll.

Der DSD berücksichtigt deshalb den einzugebenden Wirkungsgrad als konstantes Drehmoment. Es wird stets mit einem Wirkungsgrad bei höchster Belastung gerechnet. Durch diese sichere Auslegung muss kein zusätzliches konstantes Drehmoment angegeben werden.

7.4.2 Anwendungen mit vertikaler Bewegungsrichtung

Bei diesem Modell wird ein Werkzeug mittels eines Zahnriemens positioniert. Ein Motor oder Getriebemotor mit oder ohne nachgeschalteter Übersetzung treibt einen Zahnriemen an. Der Motor ist fest mit der Maschine verbunden. Am Zahnriemen ist ein Werkzeug oder eine Nutzlast m_L befestigt. Werkzeug bzw. Nutzlast werden mittels Führung (Reibungskoeffizient μ_{Gdn}) geführt.

- Die Positionierung kann über zeitgesteuerte Weggeneratoren (Positionier-Software) oder über weggesteuerte Weggeneratoren (elektronische Kurvenscheiben) erfolgen.
- Die Bewegung erfolgt in einer der drei Raumachsen (horizontal x, y sowie vertikal z) oder in einer um den Winkel β ($0 \dots 90^\circ$) zur Horizontalen geneigten Ebene.
- Bei Z-Achsen wird häufig auch eine Omega-Anordnung des Riemens gewählt, weil der Platzbedarf im Bearbeitungsraum geringer ist.
 - Eine Omega-Anordnung des Riemens entsprechend der folgenden schematischen Darstellung mit fixem Motor wird ebenfalls von diesem DSD-Modell berücksichtigt:



Lagerung der Riemenscheibe

Der Zahnriemen ist entweder direkt auf die Motor-/Getriebewelle montiert, oder über ein Vorgelege (Eigenlagerung):

Anordnung A	Anordnung B
① Riemen	① Riemen

- Bei Anordnung A ist die Lagerung des Motors bzw. des Getriebes getrennt auf Radialkräfte an der Abtriebsseite zu überprüfen (siehe folgenden Abschnitt). Diese Funktionalität ist derzeit im DSD noch nicht enthalten.

Berücksichtigung der Radial- und Axialkräfte auf die Lager in Getriebe und Motor

Neben den zu übertragenden Drehmomenten ist für die Auswahl des Getriebes und Motors wichtig, die Radial- und Axialkräfte auf den Rotor zu berücksichtigen.

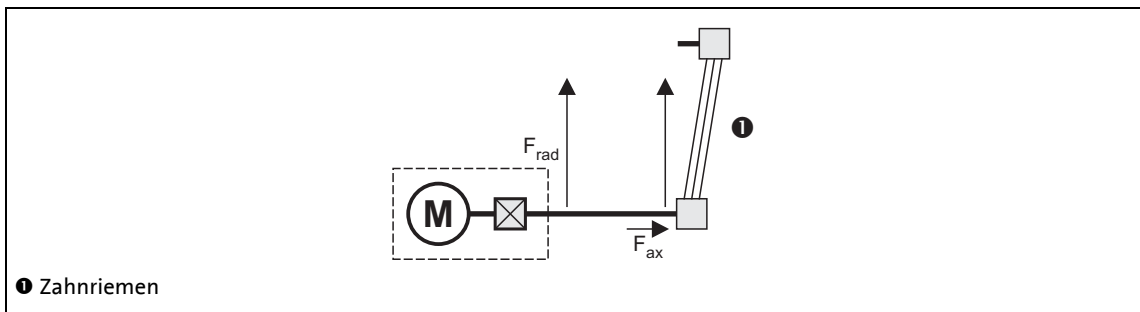


Hinweis!

Diese Berechnung kann derzeit durch den DSD nicht durchgeführt werden.

Axialkräfte treten auf, wenn die Riemenscheibe nicht fluchtet. Vermeiden Sie eine nicht fluchtende Riemenscheibe!

Für diese Anwendungen sind die Axialkräfte in der Regel vernachlässigbar.



[7-10] Radial- und Axialkräfte

- Die Radialkraft auf die Motor-/Getriebeabtriebswelle kann bis auf das 2-fache der Vorspannkraft $F_{prl,Bl\ddot{u}t}$ des Zahnriemens ansteigen.
- Die Vorspannkraft des Riemens ist abhängig von der zu übertragenden Umfangskraft $F_{Bl\ddot{u}t} \approx F_{aux}$ und der gewünschten Positioniergenauigkeit sowie der zulässigen Riemenkraft.
- Die Vorspannkraft des Riemens beträgt im Allgemeinen $1 \dots 1,2 \times F_{Bl\ddot{u}t}$, in Einzelfällen bis zu $2 \times F_{Bl\ddot{u}t}$. Dies ist bei der Auswahl des Motors bzw. des Getriebes zu berücksichtigen.
- Gegebenenfalls ist ein Vorgelege (siehe Anordnung B) oder ein Getriebe mit verstärkten Lagern zu verwenden.

7.4.3 Berechnungen

Für eine Linearachse mit umlaufenden Zahnriemen gemäß der Skizze gilt:

Die Riemenscheibe hat folgenden Wirkdurchmesser, wobei p_{Cog} die Zahnriementeilung angibt:

$$d_{Cog}[\text{mm}] = \frac{p_{Cog}[\text{mm}] \cdot N_{Cog}}{\pi}$$

[7-11] Gleichung 1: Durchmesser Riemenscheibe

Umrechnung translatorische Größen in rotatorische Größen

$$\varphi = \frac{2000 \cdot s}{d_{Cog}} = \frac{2000 \cdot \pi \cdot s}{p_{Cog} \cdot N_{Cog}}$$

[7-12] Gleichung 2: Winkel

$$\omega = \frac{2000 \cdot v}{d_{Cog}} = \frac{2000 \cdot \pi \cdot v}{p_{Cog} \cdot N_{Cog}}$$

[7-13] Gleichung 3: Winkelgeschwindigkeit

$$\alpha = \frac{2000 \cdot a}{d_{Cog}} = \frac{2000 \cdot \pi \cdot a}{p_{Cog} \cdot N_{Cog}}$$

[7-14] Gleichung 4: Winkelbeschleunigung

Kräfte der Linearbewegung

Zunächst ist die Masse zu berechnen, die linear bewegt werden soll. Die Nutzlast m_L kann unterschiedliche Werte während des Fahrzyklus annehmen. Die Schlittenmasse m_{aux} wird gesondert berücksichtigt.

$$m_{sum} = m_L + m_{aux}$$

[7-15] Gleichung 5: gesamte Masse

Die Reibungskraft F_μ kann z. B. an den Führungsschienen des Schlittens entstehen. Die Kraft wirkt entgegen der Bewegungsrichtung und wird durch den Bruch $v/|v|$ in der folgenden Gleichung berücksichtigt, wobei bei $v = 0$ die Kraft $F_\mu = 0$ ist. Die Haftreibung im Stillstand bleibt dabei unberücksichtigt.

$$F_\mu = m_{sum} \cdot g \cdot \mu_{Gdn} \cdot \cos \beta \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-16] Gleichung 6: Reibungskraft

Wird die Reibungskraft F_μ auf die bewegte Masse bezogen, so ergibt sich ein spezifischer Fahrwiderstand, der alle masseabhängigen Anteile beinhaltet:

$$F' = g \cdot \mu_{Gdn} \cdot \cos \beta$$

[7-17] Gleichung 7: spezifischer Fahrwiderstand der Anwendung

Für Fahrzeuge mit Radführung statt Linearführung ist hier der Fahrwiderstand F' zu verwenden:

$$F' = g \cdot \left(\frac{2 \cdot f \cdot \cos \beta}{d_{\text{Whl}}} + \frac{d_{\text{BrG}} \cdot \mu_{\text{BrG}}}{d_{\text{Whl}}} + \mu_{\text{Gdn}} \right)$$

[7-18] Gleichung 8: spezifischer Fahrwiderstand der Anwendung bei Fahrzeugen mit Radführung

Zusätzlich kann noch eine Gegenkraft F_{vs} entgegen der positiven Bewegungsrichtung sowie eine durch die Steigung β hervorgerufene Komponente der Gewichtskraft (Hangabtriebskraft) wirken. Masseunabhängige konstante Reibungskräfte der Führungsschienen sind vorzeichenrichtig in F_{vs} zu berücksichtigen.

$$F_{\text{sum}} = F_{\text{vs}} + m_{\text{sum}} \cdot g \cdot \sin \beta$$

[7-19] Gleichung 9: gesamte translatorische Kraft

Erforderliches Drehmoment der Anwendung

Das erforderliche Drehmoment der Anwendung M_{App} muss in drei Schritten berechnet werden. Zunächst muss die Kraft ermittelt werden, die über den Zahnriemen übertragen wird.

- Die Masse m_{Blt} des Zahnriemens wird durch die spezifische Masse m'_{Blt} und die Länge l_{Blt} berücksichtigt.

$$F_{\text{aux}} = \left(F' \cdot m_{\text{sum}} \cdot \frac{v}{|v|} + F_{\text{sum}} \right) + (m_{\text{sum}} + l_{\text{Blt}} \cdot m'_{\text{Blt}}) \cdot a$$

[7-20] Gleichung 10: Kraft des Schlittens

Für die Berechnung des Drehmomentes werden die Massenträgheiten der Anwendung benötigt. Diese sind in zwei Arten aufzuteilen:

- A. Zusätzliche Massenträgheiten an der Riemenscheibe des Zahnriemens werden dem Trägheitsmoment der Riemenscheibe zugerechnet:

$$J_{\text{Cog}} = J_n = \text{const} = \sum_{k=1}^n J_k \Big|_{n=\text{const}}$$

[7-21] Gleichung 11: Massenträgheit auf der Seite der Riemenscheibe

- B. Zusätzliche Massenträgheiten, die über den Zahnriemen verbunden sind und sich mit der gleichen Geschwindigkeit drehen (z. B. Umlenkscheiben, Spannrollen), gehen in das Trägheitsmoment J_{aux} der Umlenkscheiben ein:

$$J_{\text{aux}} = J_v = \text{const} = \sum_{i=2}^m \left\{ J_i \cdot \left(\frac{d_{\text{Cog}}}{d_i} \right)^2 \right\} \Big|_{v=\text{const}}$$

[7-22] Gleichung 12: Massenträgheit der Umlenkscheiben

Nun kann das erforderliche Drehmoment am Antrieb berechnet werden:

$$M_D = \frac{d_{\text{Cog}}}{2000} \cdot F_{\text{aux}} + J_{\text{aux}} \cdot \alpha$$

[7-23] Gleichung 13: erforderliches Drehmoment am Antrieb

Aus dem Drehmoment am Antrieb wird mit dem motorischen Wirkungsgrad des vorgespannten Riemens bei Vollast das im Riemen auftretende konstante Verlustdrehmoment bestimmt:

$$M_{th} = \left(\frac{1}{\eta_{Blt}} - 1 \right) \cdot \max(|M_D|)$$

[7-24] Gleichung 14: konstantes Verlustdrehmoment

Das Verlustdrehmoment ist abhängig von dem zu übertragenden Drehmoment M_D , so dass das resultierende Drehmoment M_{App} , das die Leistung der Anwendung bestimmt, über folgende Gleichung berechnet wird.

- Die Verschlechterung des Wirkungsgrads im generatorischen Betrieb (Rückwärtswirkungsgrad) wird bei dieser Berechnung berücksichtigt.

$$M_{App} = \left(M_D + \frac{\omega}{|\omega|} \cdot M_{th} \right) + J_{Cog} \cdot \alpha$$

[7-25] Gleichung 15: erforderliches Drehmoment der Anwendung



Tipp!

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (📖 68)

7.4.3.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a	Beschleunigung, translatorisch	m/s^2
α	Beschleunigung rotatorisch	rad/s^2
d_{Whl}	Durchmesser Rad beim radgeführten System	mm
d_{Brg}	Durchmesser Lager beim radgeführten System	mm
d_{Cog}	Durchmesser Riemenscheibe	mm
f	Hebelarm der Rollreibung beim radgeführten System	mm
F_{μ}	Reibungskraft des Führungssystems	N
F'	spezifischer Fahrwiderstand der Anwendung	N/kg
F_{vs}	Gegenkraft	N
F_{sum}	gesamte translatorische Kraft	N
F_{Blt}	Umfangskraft am Zahnriemen	N
$F_{\text{prl,Blt}}$	Vorspannkraft am Zahnriemen	N
F_{aux}	Kraft des Schlittens	N
F_{rad}	Radialkraft	N
F_{ax}	Axialkraft	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
J_{Cog}	Trägheitsmoment der Riemenscheibe	kgm^2
J_{aux}	Trägheitsmoment der Umlenkscheiben	kgm^2
l_{Blt}	Länge Zahnriemen	m
m_{L}	Masse Nutzlast	kg
m_{aux}	Masse Schlitten	kg
m_{Blt}	Masse Zahnriemen	kg
m'_{Blt}	spezifische Masse Riemen je Meter	kg/m
m_{sum}	gesamte Masse der Anwendung	kg
$M_{\text{th,Blt}}$	konstantes Verlustdrehmoment	Nm
M_{D}	Drehmoment am Antrieb	Nm
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
p_{Cog}	gewählte Zahnriementeilung	mm
s	Weg, translatorisch	m
v	Geschwindigkeit, translatorisch	m/s
N_{Cog}	Anzahl Zähne der Riemenscheibe	
η_{Blt}	Übertragungswirkungsgrad des Zahnriemens mit Vorspannung und im Betriebspunkt	
φ	Winkel	rad
β	Neigungswinkel	°
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient • Spurkranz- und Seitenreibung beim radgeführten System • Gleitreibung bei der Linearführung	
μ_{Brg}	Reibungskoeffizient Lager beim radgeführten System	
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s

7.4.4 Daten für die Eingabe

7.4.4.1 Durchmesser Riemenscheibe

Parameter	Beschreibung
d_{Cog}	Durchmesser Riemenscheibe - Die Riemenscheibe ist am Wellenende des Motors bzw. des Getriebes angebracht. - Der Durchmesser kann durch die Teilung und die Anzahl der Zähne (bei einem Zahnriemen) berechnet werden. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels Durchmesserrechner berechnet werden.  Rechner "Durchmesser Ritzel" (📘 476)

7.4.4.2 Masse Schlitten

Parameter	Beschreibung
m_{aux}	Masse des Schlittens - Die Masse geht in die Berechnung des Trägheitsmomentes ein. - Die Masse der Nutzlast wird bei der Erstellung des Bewegungsprofils eingegeben. - Über den Masserechner kann ein Alternativwert berechnet werden.  Masserechner (📘 469)

7.4.4.3 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen.

7.4.4.4 Übertragungswirkungsgrad Zahnriemen

Parameter	Beschreibung
η_{Blt}	Wirkungsgrad des Zahnriemens mit Vorspannung und im maximalen stationären Betriebspunkt. - Da das Verlustdrehmoment eines Riemens nicht proportional zu seiner Belastung ist, d. h. nicht im gesamten Arbeitsbereich konstant, trotzdem aber häufig nur ein Wirkungsgrad bekannt ist, wird angenommen, dass der Wert für den maximalen stationären Betrieb gilt. Die Verluste, die hierfür berechnet werden können, treten im ungünstigsten Fall als konstantes Verlustmoment auf, so dass sie im DSD berücksichtigt werden. - Die Verluste der Führung können separat mit dem spezifischen Fahrwiderstand erfasst werden.

7.4.4.5 Masse Zahnriemen

Parameter	Beschreibung
m_{Blt}	Masse des Zahnriemens - Ist in den meisten Anwendungen vernachlässigbar, erst bei einem langen Fahrweg kann der Einfluss der Masse entscheidend werden. - Die Masse des Riemens geht in die Berechnung des Trägheitsmomentes ein. - Die Masse der Nutzlast wird bei der Erstellung des Bewegungsprofils eingegeben. - Mit dem Masserechner kann die Masse abgeschätzt werden.  Masserechner (📖 469)

7.4.4.6 Trägheitsmoment Umlenkscheiben

Parameter	Beschreibung
J_{aux}	Trägheitsmoment der Umlenkscheiben - Ist in den meisten Anwendungen vernachlässigbar, kann aber bei dynamischen Anwendungen durchaus einen Einfluss auf die Auslegung haben. - Das Trägheitsmoment ist bezogen auf die Antriebsscheibe einzugeben und hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! - Mit dem Trägheitsrechner kann das Trägheitsmoment abgeschätzt werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.4.4.7 Trägheitsmoment Riemenscheibe

Parameter	Beschreibung
J_{Cog}	Trägheitsmoment der Riemenscheibe - Ist in den meisten Anwendungen vernachlässigbar, kann aber bei dynamischen Anwendungen durchaus einen Einfluss auf die Auslegung haben. - Das Trägheitsmoment hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! - Mit dem Trägheitsrechner kann das Trägheitsmoment abgeschätzt werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.4.4.8 Spezifischer Fahrwiderstand

Parameter	Beschreibung
F'	Spezifischer Fahrwiderstand - Spielt bei dynamischen Anwendungen eine kleinere Rolle. - Kann ein Roll- sowie ein Reibungswiderstand sein. - Mit dem Hilfsrechner kann der Fahrwiderstand abgeschätzt werden.  Rechner "Fahrwiderstand" (📖 484)

7.4.4.9 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Verfahrgeschwindigkeit Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.4.4.10 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.4.4.11 Zugkraft am Schlitten (Gegenkraft)

Parameter	Beschreibung
F_{vs}	Kraft, die der Bewegungsrichtung entgegenwirkt. • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben. Das Vorzeichen der Gegenkraft bestimmt die Wirkrichtung: • Bei positiver Geschwindigkeit wirken • positive Werte entgegen der Fahrtrichtung • negative Werte mit der Fahrtrichtung. • Bei negativer Geschwindigkeit wirken • positive Werte mit der Fahrtrichtung • negative Werte entgegen der Fahrtrichtung.

**Hinweis!**

Wirkt die Kraft unterstützend, ist das entgegengesetzte Vorzeichen einzugeben.

**Tipp!**

Mit dem Hilfsrechner können Sie sowohl den Fahrwiderstand von radgeführten Antrieben als auch von Linearführungen berechnen.

7.5 Omega-Riemenantrieb

Die überwiegende Mehrheit der Positioniersysteme erfordern lineare Bewegungen. Bei Einsatz eines rotierenden Antriebs muss eine Umsetzung der Rotation des Motors in eine lineare Bewegung erfolgen. Die Mechanik legt in hohem Maße die erreichbaren Geschwindigkeiten und damit die Dynamik des Positioniervorgangs sowie die Wiederholgenauigkeit und damit die Güte der Positionierung fest.

Eigenschaften eines Omega-Riemenantriebs

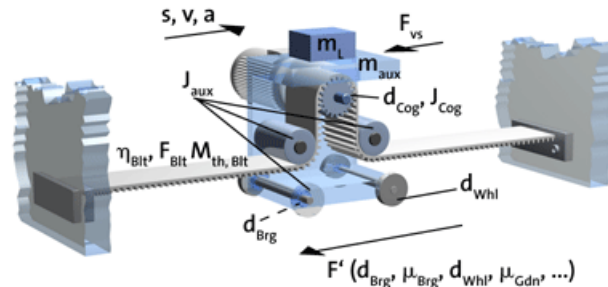
- Ein Motor treibt eine Riemenscheibe an, die wiederum einen Riemen oder Zahnriemen antreibt. Am Zahnriemen ist die zu bewegende Masse befestigt, die im Allgemeinen aus dem Antrieb, dem Werkzeug und der Nutzlast besteht.
- Zahnriemen erlauben eine höhere Geschwindigkeit, aber eine niedrigere Positioniergenauigkeit von ca. 0.1 mm. Der Positionierweg ist größer als bei der Spindel, aber auch begrenzt.
- In Anwendungen zur Materialhandhabung werden sehr häufig Riemenantriebe verwendet, weil diese eine hohe Geschwindigkeit und eine für diese Anwendung ausreichende Genauigkeit bieten.

Anforderungen an ein Antriebssystem zum Positionieren

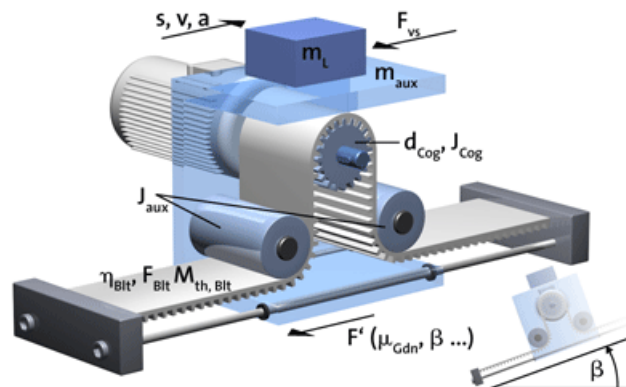
- Hohe Dynamik, um kurze Positionierzeiten zu erreichen,
- Gute Genauigkeit entsprechend der Anwendung
- Hohe Zuverlässigkeit

7.5.1 Anwendungen mit horizontaler Bewegungsrichtung

- Anwendung eines Omega-Riemenantriebs mit Radführung:



- Anwendung eines Omega-Riemenantriebs mit Linearführung:



Hinweis!

Die Verluste eines Zahnriemens haben einen relativ hohen konstanten Anteil, d. h. das Verlustdrehmoment ist nahezu unabhängig von dem Belastungsmoment. Der Grund hierfür liegt in der Vorspannung des Riemens, die man benötigt, wenn dynamisch mit hoher Präzision verfahren werden soll.

Das Modell der Anwendung berücksichtigt deshalb den einzugebenden Wirkungsgrad als konstantes Drehmoment. Es wird stets mit einem Wirkungsgrad bei höchster Belastung gerechnet. Durch diese sichere Auslegung muss kein zusätzliches konstantes Drehmoment angegeben werden.

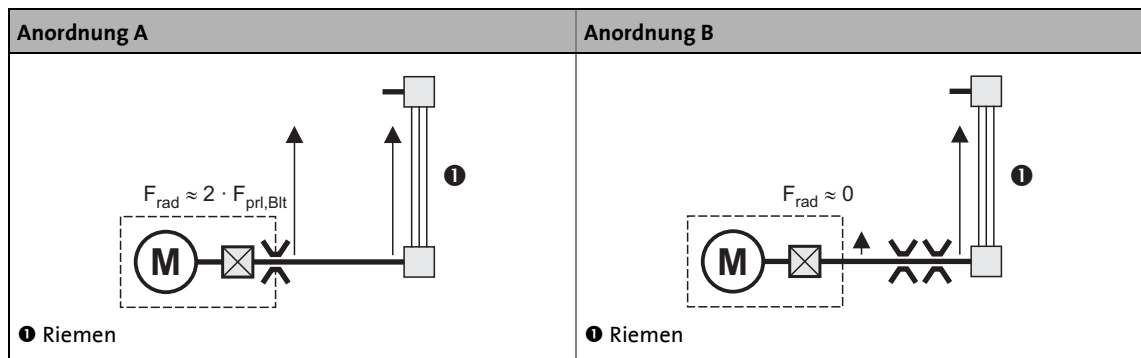
7.5.2 Anwendungen mit vertikaler Bewegungsrichtung

Bei diesem Modell wird ein Werkzeug mittels eines Zahnriemens positioniert. Ein Motor oder Getriebemotor mit oder ohne nachgeschalteter Übersetzung zieht sich an einem fest eingespannten Zahnriemen entlang. Am Motor ist ein Werkzeug oder eine Nutzlast m_L befestigt. Der Antrieb wird mittels Führung (Reibungskoeffizient μ_{Gdn}) geführt.

- Die Positionierung kann über zeitgesteuerte Weggeneratoren (Positionier-Software) oder über weggesteuerte Weggeneratoren (elektronische Kurvenscheiben) erfolgen.
- Die Bewegung erfolgt in einer der drei Raumachsen (horizontal x, x sowie vertikal x) oder in einer um den Winkel β ($0 \dots 90^\circ$) zur Horizontalen geneigten Ebene.

Lagerung der Riemenscheibe

Der Zahnriemen ist entweder direkt auf die Motor-/Getriebewelle montiert, oder über ein Vorgelege (Eigenlagerung):



- Bei Anordnung A ist die Lagerung des Motors bzw. des Getriebes getrennt auf Radialkräfte an der Abtriebsseite zu überprüfen (siehe folgenden Abschnitt). Diese Funktionalität ist derzeit im DSD noch nicht enthalten.

Berücksichtigung der Radial- und Axialkräfte auf die Lager in Getriebe und Motor

Neben den zu übertragenden Drehmomenten ist für die Auswahl des Getriebes und Motors die Berücksichtigung der Radial- und Axialkräfte auf den Rotor wesentlich.

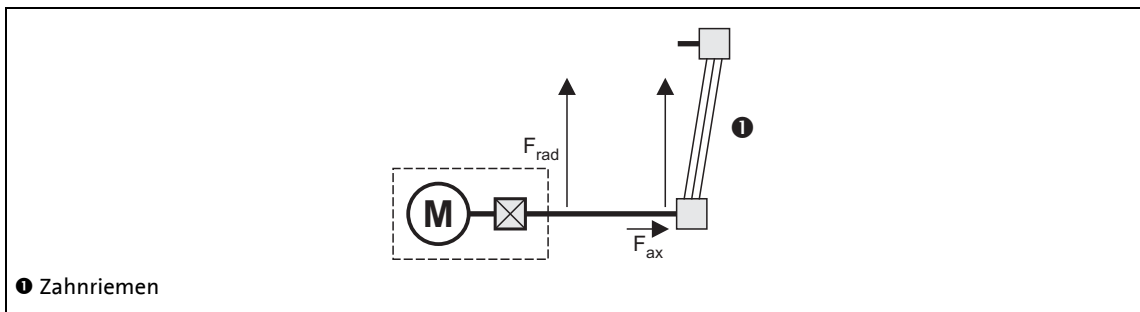


Hinweis!

Diese Berechnung kann derzeit durch den DSD nicht durchgeführt werden.

Axialkräfte treten auf, wenn die Riemenscheibe nicht fluchtet. Vermeiden Sie eine nicht fluchtende Riemenscheibe!

Für diese Anwendungen sind die Axialkräfte in der Regel vernachlässigbar.



[7-26] Radial- und Axialkräfte

- Die Radialkraft auf die Motor-/Getriebeabtriebswelle kann bis auf das 2-fache der Vorspannkraft $F_{prl,Blt}$ des Zahnriemens ansteigen.
- Die Vorspannkraft $F_{prl,Blt}$ ist abhängig von der zu übertragenden Umfangskraft $F_{Blt} \approx F_D$ und der gewünschten Positioniergenauigkeit sowie der zulässigen Riemenkraft.
- Die Vorspannkraft $F_{prl,Blt}$ beträgt im Allgemeinen $1 \dots 1,2 \times F_{Blt}$, in Einzelfällen bis zu $2 \times F_{Blt}$. Dies ist bei der Auswahl des Motors bzw. des Getriebes zu berücksichtigen.
- Gegebenenfalls ist ein Vorgelege zu verwenden (siehe Anordnung B).

7.5.3 Berechnungen

Für eine Linearachse mit mitbewegtem Omega-Riemenantrieb gemäß der Skizze gilt:

Die Riemenscheibe hat folgenden Wirkdurchmesser, wobei p_{Cog} die Zahnriementeilung angibt:

$$d_{Cog}[\text{mm}] = \frac{p_{Cog}[\text{mm}] \cdot N_{Cog}}{\pi}$$

[7-27] Gleichung 1: Durchmesser Riemenscheibe

Umrechnung der translatorischen Größen in rotatorische Größen

$$\varphi = \frac{2000 \cdot s}{d_{Cog}} = \frac{2000 \cdot \pi \cdot s}{p_{Cog} \cdot N_{Cog}}$$

[7-28] Gleichung 2: Winkel

$$\omega = \frac{2000 \cdot v}{d_{Cog}} = \frac{2000 \cdot \pi \cdot v}{p_{Cog} \cdot N_{Cog}}$$

[7-29] Gleichung 3: Winkelgeschwindigkeit

$$\alpha = \frac{2000 \cdot a}{d_{Cog}} = \frac{2000 \cdot \pi \cdot a}{p_{Cog} \cdot N_{Cog}}$$

[7-30] Gleichung 4: Winkelbeschleunigung

Kräfte der Linearbewegung

Zunächst ist die Masse zu berechnen, die linear bewegt werden soll. Die Nutzmasse m_L kann unterschiedliche Werte während des Fahrzyklus annehmen. Die Schlittenmasse m_{aux} sowie die Masse des Antriebsmotors und des Getriebes m_D werden gesondert berücksichtigt.

$$m_{sum} = m_L + m_{aux} + m_D$$

[7-31] Gleichung 5: gesamte Masse

Die Reibungskraft F_μ kann z. B. an den Führungsschienen des Schlittens entstehen. Die Kraft wirkt entgegen der Bewegungsrichtung und wird durch den Bruch $v/|v|$ in der folgenden Gleichung berücksichtigt, wobei bei $v = 0$ die Kraft $F_\mu = 0$ ist. Die Haftreibung im Stillstand bleibt dabei unberücksichtigt.

$$F_\mu = m_{sum} \cdot g \cdot \mu_{Gdn} \cdot \cos \beta \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-32] Gleichung 6: Reibungskraft

Wird die Reibungskraft F_μ auf die bewegte Masse bezogen, so ergibt sich ein spezifischer Fahrwiderstand, der alle masseabhängigen Anteile beinhaltet:

$$F' = g \cdot \mu_{Gdn} \cdot \cos \beta$$

[7-33] Gleichung 7: spezifischer Fahrwiderstand der Anwendung

Für Fahrzeuge mit Radführung statt Linearführung ist hier der Fahrwiderstand F' zu verwenden:

$$F' = g \cdot \left(\frac{2 \cdot f \cdot \cos \beta}{d_{\text{Whl}}} + \frac{d_{\text{Brg}} \cdot \mu_{\text{Brg}}}{d_{\text{Whl}}} + \mu_{\text{Gdn}} \right)$$

[7-34] Gleichung 8: spezifischer Fahrwiderstand der Anwendung

Zusätzlich kann noch eine Gegenkraft F_{vs} entgegen der positiven Bewegungsrichtung sowie eine durch die Steigung β hervorgerufene Komponente der Gewichtskraft (Hangabtriebskraft) wirken. Masseunabhängige konstante Reibungskräfte der Führungsschienen sind vorzeichenrichtig in F_{vs} zu berücksichtigen.

$$F_{\text{sum}} = F_{\text{vs}} + m_{\text{sum}} \cdot g \cdot \sin \beta$$

[7-35] Gleichung 9: gesamte translatorische Kraft

Erforderliches Drehmoment der Anwendung

Das erforderliche Moment der Anwendung M_{App} muss in drei Schritten berechnet werden. Zunächst muss die Kraft ermittelt werden, die über den Zahnriemen übertragen wird.

- Die Masse des Riemens m_{Blt} wird durch die spezifische Masse m'_{Blt} berücksichtigt.

$$F_{\text{aux}} = \left(F' \cdot m_{\text{sum}} \cdot \frac{v}{|v|} + F_{\text{sum}} \right) + m_{\text{sum}} \cdot a$$

[7-36] Gleichung 10: Kraft des Schlittens

Für die Berechnung des Drehmoments werden die Massenträgheiten der Anwendung benötigt. Diese sind in zwei Arten aufzuteilen:

- A. Zusätzliche Massenträgheiten an der Riemenscheibe werden dem Trägheitsmoment der Riemenscheibe zugerechnet:

$$J_{\text{Cog}} = J_n = \text{const} = \sum_{k=1}^n J_k \Big|_{n=\text{const}}$$

[7-37] Gleichung 11: Massenträgheit an der Zahnriemenscheibe

- B. Zusätzliche Massenträgheiten, die über den Zahnriemen verbunden sind und sich mit der gleichen Geschwindigkeit drehen (z. B. Umlenkscheiben, Spannrollen), gehen in das Trägheitsmoment der Umlenkscheiben J_{aux} ein:

$$J_{\text{aux}} = J_v = \text{const} = \sum_{i=2}^m \left\{ J_i \cdot \left(\frac{d_{\text{Cog}}}{d_i} \right)^2 \right\} \Big|_{v=\text{const}}$$

[7-38] Gleichung 12: Massenträgheit der Umlenkscheiben

Nun kann das erforderliche Drehmoment am Antrieb berechnet werden:

$$M_D = \frac{d_{\text{Cog}}}{2000} \cdot F_{\text{aux}} + J_{\text{aux}} \cdot \alpha$$

[7-39] Gleichung 13: erforderliches Drehmoment am Antrieb

Aus dem Drehmoment am Antrieb wird mit dem motorischen Wirkungsgrad des vorgespannten Riemens bei Vollast das im Riemen auftretende konstante Verlustdrehmoment bestimmt:

$$M_{th,Blt} = \left(\frac{1}{\eta_{Blt}} - 1 \right) \cdot \max(|M_D|)$$

[7-40] Gleichung 14: konstantes Verlustdrehmoment

Das Verlustdrehmoment ist abhängig von dem zu übertragenden Drehmoment M_D , so dass das resultierende Drehmoment, das die Leistung der Anwendung bestimmt, über folgende Gleichung berechnet wird.

- Die Verschlechterung des Wirkungsgrades im generatorischen Betrieb (Rückwärtswirkungsgrad) wird bei dieser Berechnung berücksichtigt.
- Die Gleichung ist geeignet, um bei einer Anwendung mit vordefiniertem Bewegungsprofil (S1, S2, S3, S6) verschiedene Betriebspunkte zu berechnen.

$$M_{App} = \left(M_D + \frac{\omega}{|\omega|} \cdot M_{th,Blt} \right) + J_{Cog} \cdot \alpha$$

[7-41] Gleichung 15: erforderliches Drehmoment der Anwendung



Tipp!

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (68)

7.5.3.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a	Beschleunigung, translatorisch	m/s^2
d_{Whl}	Wirkdurchmesser Rad beim radgeführten System	mm
d_{Brg}	Durchmesser Lager beim radgeführten System	mm
d_{Cog}	Durchmesser Riemenscheibe	mm
f	Hebelarm der Rollreibung beim radgeführten System	mm
F_{μ}	Reibungskraft des Führungssystems	N
F'	spezifischer Fahrwiderstand der Anwendung	N/kg
F_{vs}	Gegenkraft	N
F_{sum}	gesamte translatorische Kraft	N
F_{Blt}	Umfangskraft am Zahnriemen	N
$F_{\text{prl,Blt}}$	Vorspannkraft	N
F_{aux}	Kraft des Schlittens	N
F_{rad}	Radialkraft	N
F_{ax}	Axialkraft	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
J_{Cog}	Trägheitsmoment Riemenscheibe	kgm^2
J_{aux}	Trägheitsmoment Umlenkscheiben	kgm^2
l_{Blt}	Länge Zahnriemen	m
m_{L}	Masse Nutzlast	kg
m_{aux}	Masse Schlitten	kg
m_{D}	Masse Antriebsstrang	kg
m_{sum}	gesamte Masse der Anwendung	kg
$M_{\text{th,Blt}}$	konstantes Verlustdrehmoment	Nm
M_{D}	Drehmoment am Antrieb	Nm
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
p_{Cog}	gewählte Zahnriementeilung	mm
s	Weg, translatorisch	m
v	Geschwindigkeit, translatorisch	m/s
N_{Cog}	Anzahl der Zähne der Zahnriemenscheibe	
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
η_{Blt}	Übertragungswirkungsgrad des Zahnriemens mit Vorspannung und im Betriebspunkt	
φ	Winkel	rad
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient • Spurkranz- und Seitenreibung beim radgeführten System • Gleitreibung bei der Linearführung	
μ_{Brg}	Reibungskoeffizient der Lager beim radgeführten System	

7.5.4 Daten für die Eingabe

7.5.4.1 Durchmesser Riemenscheibe

Parameter	Beschreibung
d_{Cog}	Durchmesser der Riemenscheibe - Die Riemenscheibe ist am Wellenende des Motors bzw. des Getriebes angebracht. - Der Durchmesser kann durch die Teilung und die Anzahl der Zähne (bei einem Zahnriemen) berechnet werden. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels Durchmesserrechner berechnet werden.  Rechner "Durchmesser Ritzel" (📘 476)

7.5.4.2 Masse Schlitten

Parameter	Beschreibung
m_{aux}	Masse des Schlittens - Die Masse geht in die Berechnung des Trägheitsmomentes ein. - Die Masse der Nutzlast wird bei der Erstellung des Bewegungsprofils eingegeben. - Die Masse des Antriebsstrangs kann, da sie keine Kundenangabe ist, separat bei den "erweiterten Daten" eingegeben werden. - Über den Masserechner kann ein Alternativwert berechnet werden.  Masserechner (📘 469)

7.5.4.3 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen.

7.5.4.4 Übertragungswirkungsgrad Zahnriemen

Parameter	Beschreibung
η_{Blt}	Übertragungswirkungsgrad des Zahnriemens im maximalen stationären Betriebspunkt. - Da das Verlustdrehmoment eines Riemen nicht proportional zu seiner Belastung ist, d. h. nicht im gesamten Arbeitsbereich konstant, trotzdem aber häufig nur ein Wirkungsgrad bekannt ist, wird angenommen, dass der Wert für den maximalen stationären Betrieb gilt. Die Verluste, die hierfür berechnet werden können, treten im ungünstigsten Fall als konstantes Verlustmoment auf, so dass sie im DSD berücksichtigt werden. - Die Verluste der Führung können separat mit dem spezifischen Fahrwiderstand erfasst werden.

7.5.4.5 Masse Antriebsstrang

Parameter	Beschreibung
m_D	Masse des Antriebsstrangs - Da die Masse des Antriebsstrangs erst durch die Auslegung ermittelt wird, ist hier unter Umständen eine Iteration erforderlich. - Zunächst können Sie hier einen Schätzwert eingeben. - Wenn Sie einen Antrieb ausgewählt haben, können Sie hier den tatsächlichen Wert eintragen und die Berechnung noch einmal überprüfen. - Die Massen der Produkte finden Sie in den Katalogen. - Die Masse geht in die Berechnung des Trägheitsmomentes ein.

7.5.4.6 Trägheitsmoment Umlenkscheiben

Parameter	Beschreibung
J_{aux}	Trägheitsmoment der Umlenkscheiben - Ist in den meisten Anwendungen vernachlässigbar, kann aber bei dynamischen Anwendungen durchaus einen Einfluss auf die Auslegung haben. - Das Trägheitsmoment ist bezogen auf die Antriebsscheibe einzugeben und hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! - Mit dem Trägheitsrechner kann das Trägheitsmoment abgeschätzt werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.5.4.7 Trägheitsmoment Riemenscheibe

Parameter	Beschreibung
J_{Cog}	Trägheitsmoment der Riemenscheibe - Ist in den meisten Anwendungen vernachlässigbar, kann aber bei dynamischen Anwendungen durchaus einen Einfluss auf die Auslegung haben. - Das Trägheitsmoment hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! - Mit dem Trägheitsrechner kann das Trägheitsmoment abgeschätzt werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.5.4.8 Spezifischer Fahrwiderstand

Parameter	Beschreibung
F'	Spezifischer Fahrwiderstand - Spielt bei dynamischen Anwendungen eine kleinere Rolle. - Kann ein Roll- sowie ein Reibwiderstand sein. - Mit dem Hilfsrechner kann der Fahrwiderstand abgeschätzt werden.  Rechner "Fahrwiderstand" (📖 484)

7.5.4.9 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Verfahrgeschwindigkeit Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.5.4.10 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.5.4.11 Gegenkraft

Parameter	Beschreibung
F_{vs}	Kraft, die der Bewegungsrichtung entgegenwirkt. • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben. Das Vorzeichen der Gegenkraft bestimmt die Wirkrichtung: • Bei positiver Geschwindigkeit wirken • positive Werte entgegen der Fahrtrichtung • negative Werte mit der Fahrtrichtung. • Bei negativer Geschwindigkeit wirken • positive Werte mit der Fahrtrichtung • negative Werte entgegen der Fahrtrichtung.

**Hinweis!**

Wirkt die Kraft unterstützend, ist das entgegengesetzte Vorzeichen einzugeben.

**Tipp!**

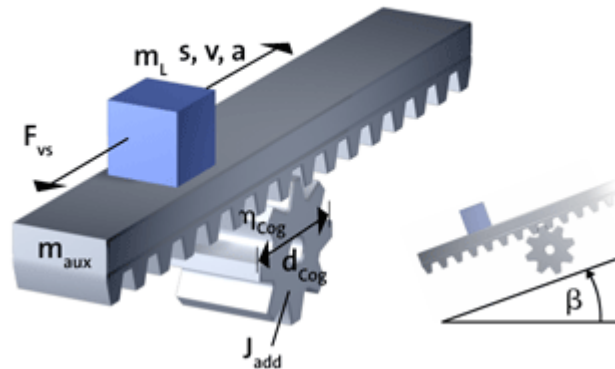
Mit dem Hilfsrechner können Sie sowohl den Fahrwiderstand von radgeführten Antrieben als auch von Linearführungen berechnen.

7.6 Zahnstangenantrieb

Die überwiegende Mehrheit der Positioniersysteme erfordern lineare Bewegungen. Bei Einsatz eines rotierenden Antriebs muss eine Umsetzung der Rotation des Motors in eine lineare Bewegung erfolgen. Die Mechanik legt in hohem Maße die erreichbaren Geschwindigkeiten und damit die Dynamik des Positioniervorgangs sowie die Wiederholgenauigkeit und damit die Güte der Positionierung fest.

Eigenschaften eines Zahnstangenantriebs

- Ein Motor treibt ein Ritzel an, das wiederum eine Zahnstange antreibt, oder der Motor treibt sich selbst an einer feststehenden Zahnstange an.
- Zahnstangen bieten einen unbegrenzten Verfahrweg, aber eine niedrige Genauigkeit und sind spielbehaftet.



7.6.1 Berechnungen

Für einen Zahnstangenantrieb gemäß der Skizze gilt:

Der Durchmesser des Ritzels kann durch das Modul und die Anzahl der Zähne berechnet werden:

$$d_{\text{Cog}} = N_{\text{Cog}} \cdot M_{\text{Cog}}$$

[7-42] Gleichung 1: Durchmesser Ritzel

Umrechnung translatorische Größen in rotatorische Größen

$$\varphi = \frac{2000 \cdot s}{d_{\text{Cog}}} = \frac{2000 \cdot s}{N_{\text{Cog}} \cdot M_{\text{Cog}}}$$

[7-43] Gleichung 2: Winkel

$$\omega = \frac{2000 \cdot v}{d_{\text{Cog}}} = \frac{2000 \cdot v}{N_{\text{Cog}} \cdot M_{\text{Cog}}}$$

[7-44] Gleichung 3: Winkelgeschwindigkeit

$$\alpha = \frac{2000 \cdot a}{d_{\text{Cog}}} = \frac{2000 \cdot a}{N_{\text{Cog}} \cdot M_{\text{Cog}}}$$

[7-45] Gleichung 4: Winkelbeschleunigung

Kräfte der Linearbewegung

Zunächst ist die Masse zu berechnen, die linear bewegt werden soll. Die Nutzlast m_L kann unterschiedliche Werte während des Fahrzyklus annehmen.

$$m_{\text{sum}} = m_L + m_{\text{aux}}$$

[7-46] Gleichung 5: gesamte Masse

Die Reibungskraft F_μ kann z. B. an den tragenden Elementen der Zahnstange entstehen. Sie kann im Allgemeinen nach folgender Gleichung berechnet werden.

- Die Kraft wirkt entgegen der Bewegungsrichtung und wird durch den Bruch $v/|v|$ in der folgenden Gleichung berücksichtigt. Bei $v = 0$ ist die Kraft $F_\mu = 0$ ist.

$$F_\mu = m_{\text{sum}} \cdot g \cdot \mu_{\text{Gdn}} \cdot \cos \beta \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-47] Gleichung 6: Reibungskraft

Zusätzlich kann noch eine Kraft F_{vs} wirken, z. B. eine Gewichtskraft, die bei einer Steigung der Linearbewegung auftritt.

- F_{vs} ist eine externe Gegenkraft, die zusätzlich an der Zahnstange wirken kann. Es ist darauf zu achten, in welche Richtung die Kraft wirkt.

$$F_{\text{sum}} = F_{vs} + m_{\text{sum}} \cdot g \cdot \sin \beta$$

[7-48] Gleichung 7: gesamte translatorische Kraft

Das erforderliche Moment der Anwendung M_{App} wird in drei Schritten berechnet. Zunächst wird die Kraft ermittelt, die über die Zahnstange übertragen wird:

$$F_{\text{App}} = (F_{\text{sum}} + F_\mu) + m_{\text{sum}} \cdot a$$

[7-49] Gleichung 8: auf die Zahnstange übertragene Kraft

Die Reibungskraft ist abhängig von der zu übertragenden Kraft F_{App} , so dass die resultierende Kraft, die durch die Spindel übertragen werden muss, sich über die folgende Gleichung berechnet.

- Es wird davon ausgegangen, dass η_{Cog} der motorische Wirkungsgrad der Spindel ist. Die Verschlechterung des Wirkungsgrades im generatorischen Betrieb (Rückwärtswirkungsgrad) wird bei dieser Berechnung berücksichtigt.

$$F_{\text{App},\eta} = F_{\text{App}} + |F_{\text{App}}| \cdot \frac{v}{|v|} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{Cog}}} - 1 \right)$$

[7-50] Gleichung 9: auf die Zahnstange übertragene Kraft unter Berücksichtigung der Spindelreibung

Berücksichtigung von Radialkräften

Bei einem Zahnstangenantrieb können je nach Lagerung Radialkräfte auftreten, die auf die Getriebewelle an der Getriebeabtriebsseite wirken. DSD prüft nicht, ob die Radialkräfte Grenzwerte überschreiten. Die Prüfung muss manuell erfolgen. Berücksichtigen Sie die Radialkräfte bei der Antriebsauslegung.

Berücksichtigung von Axialkräften

Bei Zahnstangen mit Schrägverzahnung treten Axialkräfte auf, die die Wellenlager an der Getriebeabtriebsseite oder am Motor belasten. DSD prüft nicht, ob die Axialkräfte Grenzwerte überschreiten. Die Prüfung muss manuell erfolgen. Berücksichtigen Sie die Axialkräfte bei der Antriebsauslegung.

Erforderliches Drehmoment der Anwendung

Bei der Berechnung des erforderlichen Drehmomentes der Anwendung werden zusätzlichen Trägheitsmomente, wie z. B. das des Ritzels oder zusätzlicher Wellen, noch berücksichtigt.

$$M_{\text{App}} = \frac{d_{\text{Cog}}}{2000} \cdot F_{\text{App},\eta} + J_{\text{add}} \cdot \alpha$$

[7-51] Gleichung 11: erforderliches Drehmoment der Anwendung



Tipp!

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (📖 68)

7.6.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a	Beschleunigung (translatorisch)	m/s^2
d_{Cog}	Durchmesser Ritzel	mm
F_{μ}	Reibungskraft	N
F_{Vs}	Gegenkraft	N
F_{sum}	gesamte translatorische Kraft	N
F_{App}	auf die Zahnstange übertragene Kraft	N
$F_{\text{App},\eta}$	F_{App} mit Berücksichtigung der Spindelreibung	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
J_{add}	zusätzliches Trägheitsmoment (z. B. Ritzel)	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm^2
m_{L}	Masse Nutzlast	kg
m_{aux}	Masse Zahnstange oder Schlitten	kg
m_{sum}	gesamte Masse	kg
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{Cog}	Modul Ritzel	mm
s	Weg (translatorisch)	m
v	Geschwindigkeit (translatorisch)	m/s
N_{Cog}	Anzahl der Zähne des Ritzels	
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
η_{Cog}	Wirkungsgrad Ritzel/Zahnstange	
φ	Winkel	rad
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient der Führungsschiene	
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s

7.6.2 Daten für die Eingabe

7.6.2.1 Durchmesser Ritzel

Parameter	Beschreibung
d_{Cog}	Durchmesser Ritzel - Das Ritzel ist am Wellenende des Motors bzw. des Getriebes angebracht. - Der Durchmesser kann durch das Modul und die Anzahl der Zähne berechnet werden. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Durchmesserrechners berechnet werden.  Rechner "Durchmesser Ritzel" ( 476)

7.6.2.2 Masse Zahnstange

Parameter	Beschreibung
m_{aux}	Masse der Zahnstange (oder Fahrzeugmasse) • Inkl. Schlitten, der von der Zahnstange bewegt wird. • Die Masse geht in die Berechnung des Trägheitsmomentes ein. • Die Masse der Nutzlast wird separat bei der Profileingabe eingegeben. • Über den Masserechner kann ein alternativer Wert berechnet werden.  Masserechner (📖 469)

7.6.2.3 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) • Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen.

7.6.2.4 Wirkungsgrad Zahnstange/Ritzel

Parameter	Beschreibung
η_{Cog}	Wirkungsgrad zwischen der Zahnstange und dem Ritzel

7.6.2.5 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Das zusätzliche Trägheitsmoment kann z. B. das Ritzel oder eine zusätzliche Welle sein. • Der Trägheitsanteil durch die Nutzlast wird bei einem frei definierbaren Bewegungsprofil separat berechnet. • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.6.2.6 Reibungskoeffizient Führungsschiene

Parameter	Beschreibung
μ_{Gdn}	Mit der Eingabe des Reibungskoeffizienten μ_{Gdn} wird ein erhöhter Bedarf des Drehmomentes aufgrund der Gleitreibung in der Führungsschiene berücksichtigt. • Mit dem Reibungskoeffizienten errechnet sich die Kraft F_{μ}, die der eigentlichen Bewegungsrichtung entgegen wirkt. • Soll die Haftreibung beim Anfahren berücksichtigt werden, so ist hier der Haftreibkoeffizient zu verwenden. • Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ▶ Physikalische Beiwerte (📖 488)  Gleitreibungkoeffizient

7.6.2.7 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Geschwindigkeit (translatorisch) Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.6.2.8 Gegenkraft

Parameter	Beschreibung
F_{vs}	Kraft, die der Bewegungsrichtung entgegenwirkt. - Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben. Das Vorzeichen der Gegenkraft bestimmt die Wirkrichtung: - Bei positiver Geschwindigkeit wirken - positive Werte entgegen der Fahrtrichtung - negative Werte mit der Fahrtrichtung. - Bei negativer Geschwindigkeit wirken - positive Werte mit der Fahrtrichtung - negative Werte entgegen der Fahrtrichtung.



Hinweis!

Wirkt die Kraft unterstützend, ist das entgegengesetzte Vorzeichen einzugeben.

7.6.2.9 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast ohne Fahrzeug Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

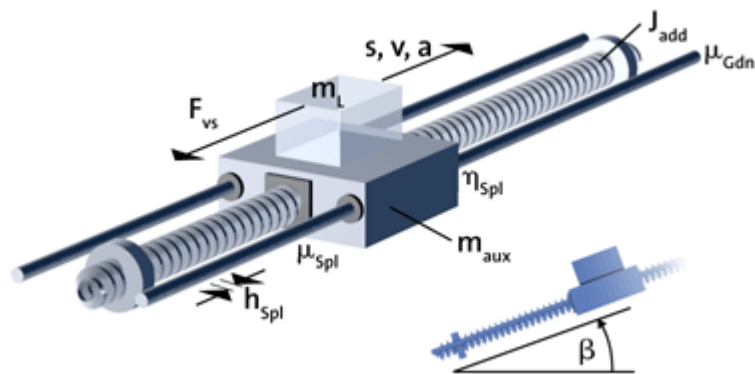
7.7

Spindelantrieb

Die überwiegende Mehrheit der Positioniersysteme erfordern lineare Bewegungen. Bei Einsatz eines rotierenden Antriebs muss eine Umsetzung der Rotation des Motors in eine lineare Bewegung erfolgen. Die Mechanik legt in hohem Maße die erreichbaren Geschwindigkeiten und damit die Dynamik des Positioniervorgangs sowie die Wiederholgenauigkeit und damit die Güte der Positionierung fest.

Eigenschaften eines Spindelantriebs

- Ein Motor (ggf. mit einem Getriebe) treibt eine Spindel an, die den Spindelschlitten mit der Last bewegt.
- Spindeln werden bei einer hohen Positioniergenauigkeit, aber niedrigen Geschwindigkeiten eingesetzt. Der Positionierweg ist begrenzt.
- Zur präzisen Verstellung von Anschlägen sowie für präzises Positionieren des Werkstücks in Produktionsmaschinen werden in der Regel Spindeln verwendet.



7.7.1

Berechnungen

Für einen Spindelantrieb gemäß der Skizze gilt:

Zunächst wird die Spindelsteigung zu einem resultierenden Radius umgerechnet.

$$r_{\text{res}} = \frac{h_{\text{spl}}}{2000 \cdot \pi}$$

[7-52] Gleichung 1: resultierender Radius der Spindel

Das Trägheitsmoment der Spindel kann durch Kenntnis ihrer Geometrie bestimmt werden.

- Zum Beispiel gilt für einen Vollzylinder:

$$J_{\text{add}} = \frac{\pi}{32 \cdot 1000^4} \cdot d_{\text{spl}}^4 \cdot l_{\text{spl}} \cdot \rho$$

[7-53] Gleichung 2: Trägheitsmoment der Spindel

Der Wirkungsgrad der Spindel berechnet sich nach folgender Gleichung.

- Der Reibungskoeffizient μ_{spl} der Spindel hängt von der Spindelart ab. Hierbei wird zwischen Rollspindel und Trapezspindel unterschieden.

$$\eta_{spl} = \frac{1 - k \cdot \mu_{spl}}{1 + \frac{\mu_{spl}}{k}} \quad \text{mit } k = \frac{h_{spl}}{\pi \cdot d_{spl}}$$

[7-54] Gleichung 3: Wirkungsgrad der Spindel

Umrechnung translatorische Größen in rotatorische Größen

$$\varphi = 2000 \cdot \pi \cdot \frac{s}{h_{spl}}$$

[7-55] Gleichung 4: Winkel

$$\omega = 2000 \cdot \pi \cdot \frac{v}{h_{spl}}$$

[7-56] Gleichung 5: Winkelgeschwindigkeit

$$\alpha = 2000 \cdot \pi \cdot \frac{a}{h_{spl}}$$

[7-57] Gleichung 6: Winkelbeschleunigung

Kräfte der Linearbewegung

Zunächst ist die Masse zu berechnen, die linear bewegt werden soll. Die Nutzlast m_L kann unterschiedliche Werte während des Fahrzyklus annehmen. Die Schlittenmasse m_{aux} wird gesondert berücksichtigt.

$$m_{sum} = m_L + m_{aux}$$

[7-58] Gleichung 7: gesamte Masse

Die Reibungskraft F_μ wirkt entgegen der Bewegungsrichtung und wird durch $v/|v|$ in der folgenden Gleichung berücksichtigt, wobei bei $v = 0$ die Kraft $F_\mu = 0$ ist.

$$F_\mu = m_{sum} \cdot g \cdot \mu_{Gdn} \cdot \cos\beta \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-59] Gleichung 8: Reibungskraft

Zusätzlich kann noch eine Kraft F_{vs} wirken, z. B. eine Gewichtskraft bei einer Steigung der Linearbewegung.

- F_{vs} ist eine externe Gegenkraft, die zusätzlich am Schlitten oder an der Spindel wirken kann. Es ist darauf zu achten, in welche Richtung sie wirkt.

$$F_{sum} = F_{vs} + m_{sum} \cdot g \cdot \sin \beta$$

[7-60] Gleichung 9: gesamte translatorische Kraft

Erforderliches Drehmoment der Anwendung

Das erforderliche Drehmoment der Anwendung M_{App} wird in drei Schritten berechnet. Zunächst wird die Kraft ermittelt, die über die Spindel übertragen wird:

$$F_{App} = (F_{sum} + F_{\mu}) + m_{sum} \cdot a$$

[7-61] Gleichung 10: Kraft des Schlittens auf die Spindel

Die Reibungskraft ist abhängig von der zu übertragenden Kraft F_{App} , so dass die resultierende Kraft, die durch die Spindel übertragen wird, über die folgende Gleichung berechnet wird.

- Es wird angenommen, dass η der motorische Wirkungsgrad der Spindel ist. Die Verschlechterung des Wirkungsgrades im generatorischen Betrieb (Rückwärtswirkungsgrad) wird bei dieser Berechnung berücksichtigt.

$$F_{App,\eta} = F_{App} + |F_{App}| \cdot \frac{v}{|v|} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{Spl}} - 1 \right)$$

[7-62] Gleichung 11: auf den Schlitten übertragene Kraft unter Berücksichtigung der Spindelreibung

Berücksichtigung von Axialkräften

Bei Zahnstangen mit Schrägverzahnung treten Axialkräfte auf, die zu Belastungen der Wellenlager an der Getriebeabtriebsseite oder am Motor führen.

Der DSD berechnet keine Axialkräfte. Diese sind von Ihnen separat zu prüfen und in der Auslegung zu berücksichtigen.

Drehmoment

Bei der Berechnung des erforderlichen Drehmoments der Anwendung sind die zusätzlichen Trägheitsmomente (z. B. das der Spindel) zu berücksichtigen.

$$M_{App} = r_{res} \cdot F_{App,\eta} + J_{add} \cdot \alpha$$

[7-63] Gleichung 13: erforderliches Drehmoment der Anwendung



Tipp!

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (📖 68)

7.7.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a	Beschleunigung (translatorisch)	m/s^2
d_{Spl}	Reibdurchmesser Spindel	mm
F_{μ}	Reibkraft außen	N
F_{Vs}	Gegenkraft	N
F_{sum}	gesamte translatorische Kraft	N
F_{App}	Kraft des Schlittens auf die Spindel	N
$F_{\text{App},\eta}$	F_{App} mit Berücksichtigung der Spindelreibung	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
h_{Spl}	Spindelsteigung	mm
J_{add}	zusätzliches Trägheitsmoment, z. B. der Spindel	kgm^2
J_{L}	Trägheitsmoment der Last	kgm^2
J_{sums}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm^2
l_{Spl}	Spindellänge	mm
m_{L}	Masse Nutzlast	kg
m_{aux}	Masse Schlitten	kg
m_{sum}	gesamte Masse	kg
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
ρ	Dichte des Spindelmaterials	kg/dm^3
r_{res}	resultierender Radius der Spindel	m
s	Weg (translatorisch)	m
v	Geschwindigkeit (translatorisch)	m/s
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
β	Neigungswinkel	°
η_{Spl}	Wirkungsgrad Spindel	
φ	Winkel	rad
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient Führungsschiene	
μ_{Spl}	Reibungskoeffizient Spindel	
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s

7.7.2 Daten für die Eingabe

7.7.2.1 Spindelsteigung

Parameter	Beschreibung
h_{Spl}	Spindelsteigung Weg pro Spindelumdrehung

7.7.2.2 Masse Schlitten

Parameter	Beschreibung
m_{aux}	Masse des Schlittens - Der Schlitten wird durch die spiralförmige Führung bewegt. - Die Masse des Schlittens geht in die Berechnung des Trägheitsmomentes ein. - Mit dem Masserechner kann ein Alternativwert berechnet werden.  Masserechner (📖 469)

7.7.2.3 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen.

7.7.2.4 Wirkungsgrad Spindel

Parameter	Beschreibung
η_{Spl}	Wirkungsgrad der Spindel - Wenn der Wirkungsgrad bekannt ist, kann er direkt eingetragen werden. - Der Wirkungsgrad der Spindel lässt sich auch aus dem Reibungskoeffizienten berechnen.  Rechner "Wirkungsgrad Spindel" (📖 487)

7.7.2.5 Trägheitsmoment Spindel

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Trägheitsmoment der Spindel (ohne Masse der Nutzlast) - Der Trägheitsanteil durch die Masse der Nutzlast wird durch die Erstellung des Bewegungsprofils separat berechnet. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.7.2.6 Reibungskoeffizient Führungsschiene

Parameter	Beschreibung
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient der Führungsschiene • Sind Führungsschienen vorhanden, welche die Nutzlastmasse aufnehmen, so ist ein Wert für die Reibung einzutragen. • Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (📖 488)  Gleitreibungskoeffizient

7.7.2.7 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Verfahrgeschwindigkeit • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.7.2.8 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.7.2.9 Gegenkraft

Parameter	Beschreibung
F_{vs}	Kraft, die der Bewegungsrichtung entgegenwirkt. • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben. Das Vorzeichen der Gegenkraft bestimmt die Wirkrichtung: • Bei positiver Geschwindigkeit wirken • positive Werte entgegen der Fahrtrichtung • negative Werte mit der Fahrtrichtung. • Bei negativer Geschwindigkeit wirken • positive Werte mit der Fahrtrichtung • negative Werte entgegen der Fahrtrichtung



Hinweis!

Wirkt die Kraft unterstützend, ist das entgegengesetzte Vorzeichen einzugeben.

7.8

Radantrieb

Radantriebe werden in Unstetigförderern eingesetzt. Die Antriebe befinden sich auf dem Fahrzeug und damit auf dem ortsveränderlichen Teil. Gegenüber Stetigförderern haben Unstetigförderer eine höhere Flexibilität, aber auch höhere Kosten für das einzelne Fahrzeug. Daher werden sie in der Regel dort eingesetzt, wo das Transportaufkommen und die Nutzung der Förderstrecke niedriger sind als bei Stetigförderern.

Es gibt spurgebundene und nicht spurgebundene Fahrzeuge. Spurgebundene Fahrzeuge haben weniger Aufwand für die Spurführung, sind dabei aber inflexibler in der Streckenführung. Da bei vielen automatisiert betriebenen, innerbetrieblichen Transportaufgaben der Fahrweg festgelegt ist, sind sie für den automatisierten Betrieb häufiger anzutreffen. Für den nicht automatisierten innerbetrieblichen Transport ist der manuell bediente Gabelstapler als Flurförderfahrzeug nach wie vor das am häufigsten verwendete Transportmittel.

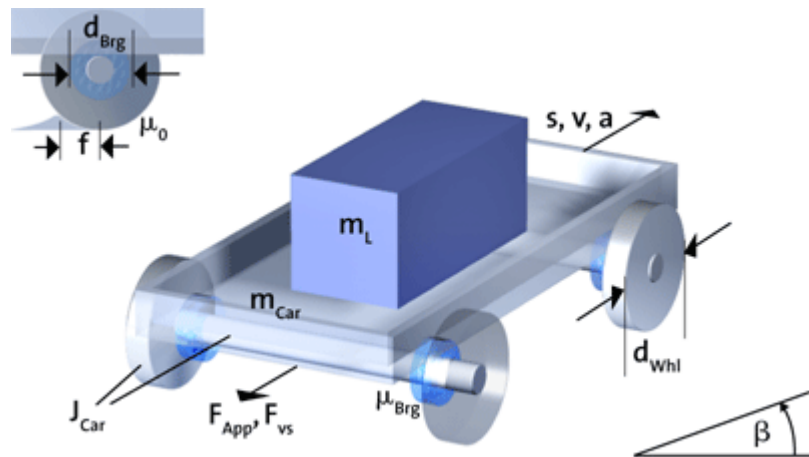
Radantriebe in Unstetigförderern finden sich in folgenden Anwendungen:

- In Schienenfahrzeugen (z. B. Verschiebewagen)
- In Elektro-Hängebahnen (EHB)
- In Lauf- und Portalkranen
- In Regalbediengeräten (RBG)
- In fahrerlosen Transportsystemen (FTS).

**Hinweis!**

Die Berechnung gilt nur für Fahrantriebe, die ausschließlich über Räder angetrieben werden (kein Seil oder Zahnstange).

Anwendungen mit Zahnriemen finden Sie bei den Riemenmodellen.



7.8.1 Berechnungen

Für einen Radantrieb gemäß der Skizze gilt:

Trägheitsmoment

Beim Trägheitsmoment J_{Car} handelt es sich um die Trägheitsanteile, die sich im Bearbeitungszyklus nicht ändern, z. B. Masse des Fahrzeugs (m_{Car}), Achsen und Räder.

$$J_{\text{Car}} = J_{\text{add}} + \left(\frac{d_{\text{Whl}}}{2000}\right)^2 \cdot m_{\text{Car}}$$

[7-64] Gleichung 1: Trägheitsmoment Fahrzeug

Hinzu kommt der Anteil der Nutzlastmasse (m_L). Diese Masse kann unterschiedliche Werte innerhalb des Bearbeitungszyklus annehmen.

$$J_{\text{sum}} = J_{\text{Car}} + \left(\frac{d_{\text{Whl}}}{2000}\right)^2 \cdot m_L$$

[7-65] Gleichung 2: gesamtes Trägheitsmoment

Stationäres Drehmoment

Die Ermittlung des stationären Drehmomentes beruht darauf, den Fahrwiderstand des Fahrzeuges zu ermitteln. Dieser kann sich aus dem Anteil der Rollreibung, der Lagerreibung und der Spurkranz- bzw. Seitenreibung zusammensetzen. Zusätzlich können noch Zug- und Hubkräfte wirken.

$$m_{\text{sum}} = m_{\text{Car}} + m_L$$

[7-66] Gleichung 3: gesamte Masse

$$M_{\text{sds}} = M_{\mu} + M_{\text{vs}} + M_{\text{g}}$$

[7-67] Gleichung 4: stationäres Drehmoment

$$M_{\mu} = m_{\text{sum}} \cdot g \cdot \frac{v}{|v|} \cdot \left(\frac{f}{1000} \cdot \cos \beta + \frac{d_{\text{Brg}}}{2000} \cdot \mu_1 + \frac{d_{\text{Whl}}}{2000} \cdot c \right)$$

[7-68] Gleichung 5: Reibungsmoment

$$M_{\text{vs}} = F_{\text{vs}} \cdot \frac{d_{\text{Whl}}}{2000}$$

[7-69] Gleichung 6: Gegendrehmoment

$$M_{\text{g}} = m_{\text{sum}} \cdot g \cdot \sin \beta \cdot \frac{d_{\text{Whl}}}{2000}$$

[7-70] Gleichung 7: Hubdrehmoment

Alternativ kann der Fahrwiderstand F' auf die Masse bezogen werden [N/t]:

$$F' = g \cdot \left(\frac{2 \cdot f \cdot \cos \beta}{d_{\text{Whl}}} + \frac{d_{\text{brg}} \cdot \mu_{\text{Brg}}}{d_{\text{Whl}}} + c \right) \cdot 1000$$

[7-71] Gleichung 8: Fahrwiderstand

$$M_{\mu} = F_{\mu} \cdot \frac{d_{\text{Whl}}}{2000} = \frac{F' \cdot m_{\text{sum}}}{1000} \cdot \frac{d_{\text{Whl}}}{2000} \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-72] Gleichung 9: Reibungsmoment

Drehmoment der Anwendung

$$M_{\text{App}} = M_{\text{sds}} + J_{\text{sum}} \cdot \alpha$$

[7-73] Gleichung 10: Drehmoment der Anwendung

Durchrutschen

Um ein Durchrutschen der Antriebsräder zu vermeiden, kann eine maximal zulässige Beschleunigung ermittelt werden. In der Berechnung werden die Radlast, der Neigungswinkel, die Gesamtmasse sowie der Haftreibungskoeffizient und eine eventuelle Gegenkraft (F_{vs}) berücksichtigt.

$$a_{\text{per}} = g \cdot \left(\mu_0 \cdot \frac{m_{\text{Whl}}}{m_{\text{sum}}} \cdot \cos \beta - \sin \beta \right) + \frac{F_{\text{vs}}}{m_{\text{sum}}}$$

[7-74] Gleichung 11: Zulässige Durchrutsch-Beschleunigung

Auffahren auf einen Anschlag

Das maximal auftretende Drehmoment beim Auffahren auf einen Anschlag ist abhängig von der Reibkraft und dem Durchmesser der antreibenden Räder. Nach Überwinden der Reibkraft wird das Drehmoment mittels durchrutschender Räder abgebaut.

$$M_{\mu 0} = m_{\text{sum}} \cdot g \cdot \mu_0 \cdot \frac{d_{\text{Whl}}}{2000} \cdot \cos \beta$$

[7-75] Gleichung 12: Drehmoment am Getriebeabtrieb beim Auffahren auf einen Anschlag



Tipp!

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (68)

7.8.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a_{per}	Durchrutsch-Beschleunigung	m/s^2
C	Spurkranz- und Seitenreibung	
d_{Whl}	Durchmesser Rad	mm
d_{Brg}	Durchmesser Lager	mm
f	Hebelarm der Rollreibung	mm
F'	Spezifischer Fahrwiderstand	N/t
F_{μ}	Fahrwiderstandskraft	N
F_{vs}	Gegenkraft	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
J_{add}	zusätzliches Trägheitsmoment	kgm^2
J_{Car}	Trägheitsmoment Fahrzeug	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm^2
m_{L}	Masse Nutzlast	kg
m_{Car}	Masse Fahrzeug	kg
m_{sum}	gesamte Masse	kg
m_{Whl}	Radlast des angetriebenen Rades	kg
M_{vs}	Gegendrehmoment	Nm
M_{g}	Hubdrehmoment	Nm
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
M_{μ}	Reibungsmoment	Nm
$M_{\mu 0}$	max. Drehmoment beim Auffahren auf einen Anschlag	Nm
β	Neigungswinkel	°
μ_{Brg}	Lagerreibung	
μ_0	Haftreibung Rad/Fahrbahn	

7.8.2 Daten für die Eingabe

7.8.2.1 Durchmesser Rad

Parameter	Beschreibung
d_{Whl}	Durchmesser des Rads, welches das Fahrzeug antreibt.

7.8.2.2 Masse Fahrzeug

Parameter	Beschreibung
m_{Car}	Masse des Fahrzeugs ohne Nutzlast • Der Wert kann direkt eingegeben oder mittels Masserechner berechnet werden. • Die Nutzlast wird bei der Eingabe des Bewegungsprofils den einzelnen Teilprofilen zugeordnet.  Masserechner (📖 469)

7.8.2.3 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Zusätzliches Trägheitsmoment durch Räder, Achsen usw. • Hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.8.2.4 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) • Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen. • Der max. Neigungswinkel ist in erster Näherung: $\arctan(\mu_0)$ (Haftreibung zwischen Rad und Fahrbahn). • Der Neigungswinkel der Fahrstrecke ist bei der Ermittlung des Fahrwiderstands zu berücksichtigen. Für eine geneigte Fahrstrecke ($\beta \neq 0$) ist der spezifische Fahrwiderstand mittels Rechner "Fahrwiderstand" und den Werten für Raddurchmesser und Neigungswinkel neu zu berechnen.  Rechner "Fahrwiderstand" (📖 484)

7.8.2.5 Spezifischer Fahrwiderstand

Parameter	Beschreibung
F'	Spezifischer Fahrwiderstand Wird der spezifische Fahrwiderstand mittels Rechner "Fahrwiderstand" berechnet, müssen dazu im Rechner die Werte für Raddurchmesser und Neigungswinkel eingegeben werden.  Rechner "Fahrwiderstand" (484)

VULKOLLAN-Räder



Hinweis!

VULKOLLAN ist ein eingetragenes Warenzeichen der Fa. BAYER AG.

VULKOLLAN-Räder eignen sich besonders zum Befördern und Antreiben von Lasten bis zu 10 t und mehr.

- Zur Bestimmung des Fahrwiderstands kann folgende Tabelle herangezogen werden:

	Fahrwiderstand in %	Fahrwiderstand in N/t
Rollwiderstand bei 20 °C in % von Belastung	0.8 bis 0.9	80 bis 90
Anfahrwiderstand bei 20 °C in % von Belastung	1.1 bis 1.4	110 bis 140

- In der Regel ist die Berücksichtigung des Rollwiderstandes bei der Ermittlung des Fahrwiderstandes ausreichend. Nur bei Anwendungen mit häufigen Start-Stopp-Vorgängen erhöht sich der Fahrwiderstand aufgrund des Anfahrwiderstandes.

7.8.2.6 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.8.2.7 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast ohne Fahrzeug Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.8.2.8 Gegenkraft

Parameter	Beschreibung
F_{vs}	Kraft, die der Bewegungsrichtung entgegenwirkt, z. B. durch einen Anhänger oder durch Windlast. • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben. Das Vorzeichen der Gegenkraft bestimmt die Wirkrichtung: • Bei positiver Geschwindigkeit wirken • positive Werte entgegen der Fahrtrichtung, • negative Werte mit der Fahrtrichtung. • Bei negativer Geschwindigkeit wirken • positive Werte mit der Fahrtrichtung, • negative Werte entgegen der Fahrtrichtung.



Hinweis!

Wenn die Kraft unterstützen soll, so ist das entgegengesetzte Vorzeichen einzugeben.

7.9

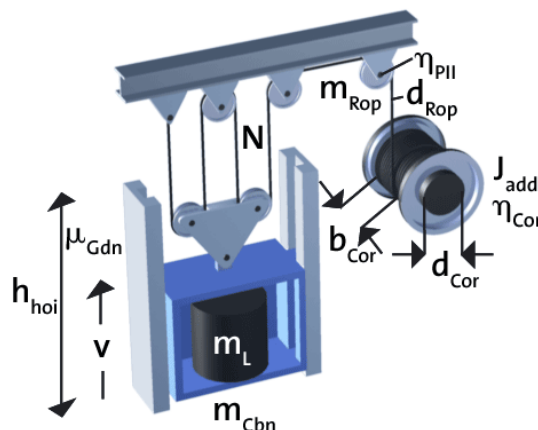
Hubantrieb ohne Gegengewicht

Bei Winden erfolgt die Kraftübertragung vom Antrieb über eine Seiltrommel und ein Seil auf die Last. Diese kann mit oder ohne vertikale Führung (Rollen, Gleitschienen) ausgeführt sein. Das Seil kann ein- oder auch mehrfach umgelenkt sein oder auch Einscherungen aufweisen (Flaschenzugprinzip). Mit Seilen oder Gurten kann nur eine Krafrichtung übertragen werden. Deshalb werden sie nur bei Anwendungen mit geringen Beschleunigungen eingesetzt, die deutlich unterhalb der Erdbeschleunigung von 1 g ($1\text{ g} = 9,81\text{ m/s}^2$) liegen. Typische Windenanwendungen sind Lastenkrane aller Art, Kulissenwinden in Theatern, Regalbediengeräte sowie manuell betätigte Hebezeuge. Eine von der Windendrehzahl geführte Seilverlegung ist mechanisch oder auch elektrisch über einen eigenen Verlegeantrieb mit der Winde gekoppelt und übernimmt die korrekte Verlegung des Seils in einer oder mehreren Lagen. Bei einlagigen Systemen sind teilweise Rillen in der Seiltrommel vorhanden, in die das Seil verlegt wird.

- Krane, die als Hallen-, Portal- und Baukrane oder als einfache Hebezeuge ausgeführt werden, heben Lasten über Seilwinden und arbeiten mit unterschiedlichen Einscherungen. Die Antriebssaggregate werden häufig genau wie die Radantriebe auf mitfahrenden Konstruktionsteilen montiert.
- Um Kulissen und Szenerien in Theatern vertikal zu bewegen, werden pro Kulisse häufig mehrere parallele Seile benötigt, die über Traversen auf die Szenerien wirken. Die Seile der Bühnen- und Kulissenheber werden synchron auf axial nebeneinander angeordnete, mechanisch gekoppelte Winden gespult. Die Winden werden von einem zentralen Hubantrieb betrieben. Tangentiale Andruckwalzen sorgen für eine sichere Seilführung in den Rillen der Seiltrommel. Die Seile können Längen von bis zu 50 m aufweisen.
- Bei der Berechnung der Anwendung im DSD können die Änderung des Radius der Seiltrommel beim Wickeln und zusätzliche Verluste berücksichtigt werden.

**Hinweis!**

Dieses Anwendungsmodell des DSD ist nur für Anwendungen geeignet, bei denen sich der Seiltrommeldurchmesser nicht oder nur geringfügig ändert. Die Auswirkung des sich ändernden Seiltrommeldurchmessers wird nur in den Drehmomentdiagrammen berücksichtigt, nicht aber im Zusammenspiel zwischen Drehzahl- und Geschwindigkeitsdiagrammen.



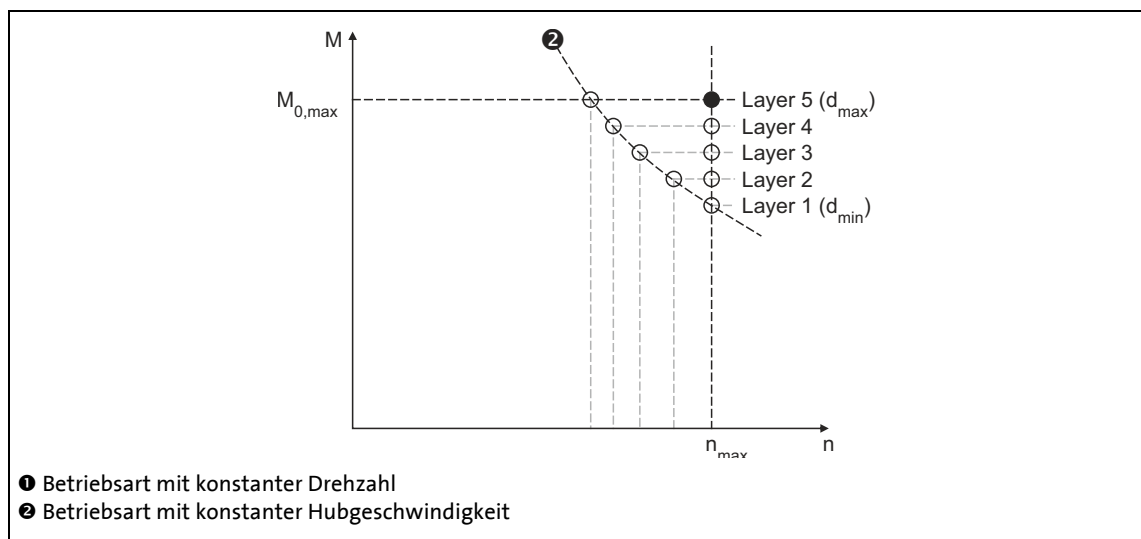
7.9.1 Berechnungen

Für ein Hubwerk ohne Gegengewicht gemäß der Skizze gilt:

Beim Auf- und Abwickeln einer Seiltrommel ändert sich der wirksame Radius, der zur Berechnung des auf die Seiltrommel wirkenden Drehmoments benötigt wird. Da sich abhängig von der Betriebsart (konstante Drehzahl oder konstante Hubgeschwindigkeit) die Drehzahl oder die Geschwindigkeit ändert, erfolgt die Auslegung nach der Eckleistung, wobei der ungünstigste Fall angenommen wird:

$$P_{cto} = M_{App} \cdot n_{max} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60}$$

[7-76] Gleichung 1: Eckleistung



[7-77] Betriebsarten

1. Betriebsart mit konstanter Drehzahl

- Bei dieser überwiegend eingesetzten Betriebsart wird die Antriebsdrehzahl – unabhängig von der jeweiligen Lage – auf der Wickeltrommel konstant gehalten.
- Die Hubgeschwindigkeit wird mit zunehmenden Lagen bei Lagenwechsel sprunghaft größer.
- Das erforderliche Drehmoment ändert sich sprunghaft beim Lagenwechsel (Lage 1, 2, ... n).

2. Betriebsart mit konstanter Hubgeschwindigkeit

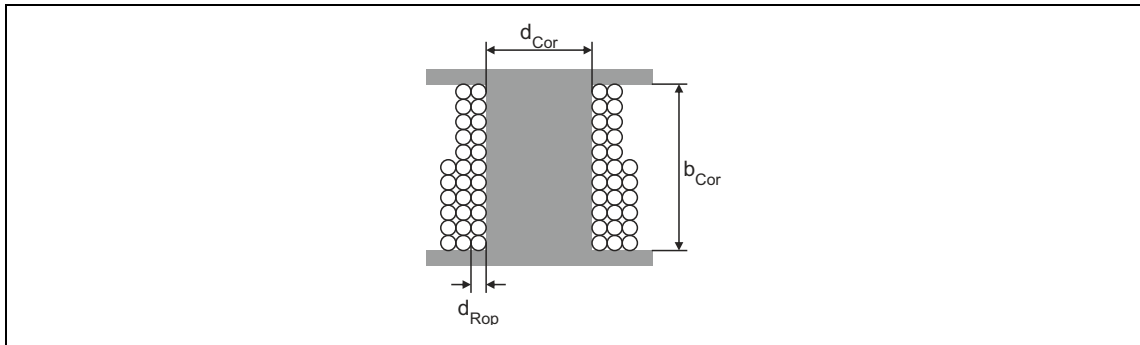
- In dieser Betriebsart wird die Antriebsdrehzahl in Abhängigkeit der aktuellen Lage auf der Seiltrommel so verändert, dass sich immer eine konstante Hubgeschwindigkeit einstellt ($v = d_{Cor} \cdot n \cdot \pi / 60$). Hierzu muss der Umrichter oder eine externe Steuerung die Drehzahl lagenabhängig nachführen.
- Das erforderliche Drehmoment ändert sich hier ebenfalls sprunghaft beim Lagenwechsel. Der Unterschied zur Betriebsart mit konstanter Drehzahl ist, dass höchste Drehzahl und höchstes Drehmoment nicht gleichzeitig auftreten.

Der DSD nimmt die Auslegung für beide Betriebsarten identisch nach der Eckleistung (Produkt aus max. Drehmoment und max. Drehzahl) vor. Bei allen Berechnungsroutinen und grafischen Darstellungen werden nur die Maximalwerte ermittelt und dargestellt.

Minimaler/maximaler Durchmesser

Bei Verwendung einer Seiltrommel muss ein minimaler und maximaler Durchmesser für die Auslegung bestimmt werden.

- Das folgende Bild zeigt die für die Berechnung notwendigen Parameter für eine Seiltrommel:



[7-78] Beispiel: Seiltrommel

Für die Bestimmung der erforderlichen Drehzahl n_{max} bei der geforderten Hubgeschwindigkeit v muss der minimale wirksame Wickeldurchmesser d_{min} angegeben werden:

$$d_{min} = d_{Cor} + d_{Rop}$$

[7-79] Gleichung 2: minimaler Durchmesser

Für die Bestimmung der Trägheitsmomente und des stationären Drehmoments ist der maximale wirksame Wickeldurchmesser d_{max} erforderlich. Dazu muss die Anzahl der Seillagen auf der Trommel bei maximaler Hubhöhe bestimmt werden.

Wenn angenommen wird, dass sich der Wickeldurchmesser mit jeder Wickellage um den Durchmesser des Seils (d_{Rop}) erhöht, lässt sich mit folgender Gleichung die erreichbare Höhe h_N pro Wickellage N_{Cor} berechnen:

$$h_N = \sum_{N_L=1}^{N_{Cor}} \frac{b_{Cor}}{d_{Rop}} \cdot \pi \cdot [d_{Cor} + d_{Rop} \cdot (2 \cdot N_{Cor} - 1)]$$

[7-80] Gleichung 3: erreichbare Höhe für Wickellage N_{Cor}

Aus folgender Gleichung kann dann die Wickellage $N_{Cor}(\Delta h)$ abhängig von h_{hoi} berechnet werden:

$$N_{Cor}(\Delta h) = \sqrt{\left(\frac{d_{Cor}}{2 \cdot d_{Rop}}\right)^2 + \frac{h_{hoi} \cdot 1000 \cdot N_L}{\pi \cdot b_{Cor}}} - \frac{d_{Cor}}{2 \cdot d_{Rop}}$$

[7-81] Gleichung 4: Wickellage $N_{Cor}(\Delta h)$

Die Wickellage N_{Cor} , die nur als ganze Zahl existiert, ergibt sich somit aus dem aufgerundeten Wert von $N_{Cor}(\Delta h)$:

$$N_{Cor} = \lceil N_{Cor}(\Delta h) \rceil$$

[7-82] Gleichung 5: Wickellage N_{Cor}

Der maximale wirksame Durchmesser $d_{\max}$ der Seiltrommel berechnet sich nach folgender Gleichung:

$$d_{\max} = d_{\text{Cor}} + d_{\text{Rop}} \cdot (2 \cdot N_{\text{Cor}} - 1)$$

[7-83] Gleichung 6: maximaler Durchmesser

Trägheitsmoment

Das Trägheitsmoment J ändert sich nicht während des Hubzyklus. Es wird z. B. bestimmt durch die Masse des Förderkorbs (m_{Cbn}) und das zusätzliche Trägheitsmoment (J_{add}).

$$J = J_{\text{add}} + \left(\frac{d_{\max}}{2000} \right)^2 \cdot \left(\frac{m_{\text{Cbn}}}{N_L^2} + m_{\text{Rop}} \right)$$

[7-84] Gleichung 7: festes Trägheitsmoment

Die Seilrollen und die Masse des Seils haben bei Anwendungen mit vielen Seilrollen und einem langen Seil einen wesentlichen Anteil am Spitzendrehmoment. Für die Bestimmung der Masse des Seils kann folgende Gleichung verwendet werden:

$$m_{\text{Rop}} = \rho_{\text{Rop}} \cdot l_{\text{Rop}} = 10 \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\text{Rop}}}{2000} \right)^2$$

[7-85] Gleichung 8: Masse des Seils

Für das gesamte Trägheitsmoment (J_{sum}) der Anwendung wird die Masse der Nutzlast berücksichtigt. Während des Hubzyklus kann die Masse der Nutzlast unterschiedlich sein.

$$J_{\text{sum}} = J + \left(\frac{d_{\max}}{2000} \right)^2 \cdot \frac{m_L}{N_L^2}$$

[7-86] Gleichung 9: gesamtes Trägheitsmoment

Stationäres Drehmoment

Das stationäre Drehmoment berechnet sich aus der mit der Einscherung N_L gewichteten Massen.

$$M_{\text{sds}} = \frac{g \cdot d_{\max}}{2000} \cdot \left(\frac{m_L}{N_L} + \frac{m_{\text{Cbn}}}{N_L} + m_{\text{Rop},1} \right)$$

[7-87] Gleichung 10: stationäres Drehmoment



Tipp!

Die Masse des Seils ist im Allgemeinen vernachlässigbar, da sich die Gewichtskraft des Seils bei einem Flaschenzug nahezu aufhebt.

In seltenen Fällen (z. B. bei langen Hubstrecken) muss jedoch die Gewichtskraft des Seils berücksichtigt werden. Da nicht die gesamte Masse des Seils effektiv wirkt, muss für das stationäre Drehmoment eine aktive Masse des Seils ($m_{\text{acv,Rop}}$) angegeben werden.

Bestimmung der aktiven Masse des Seils

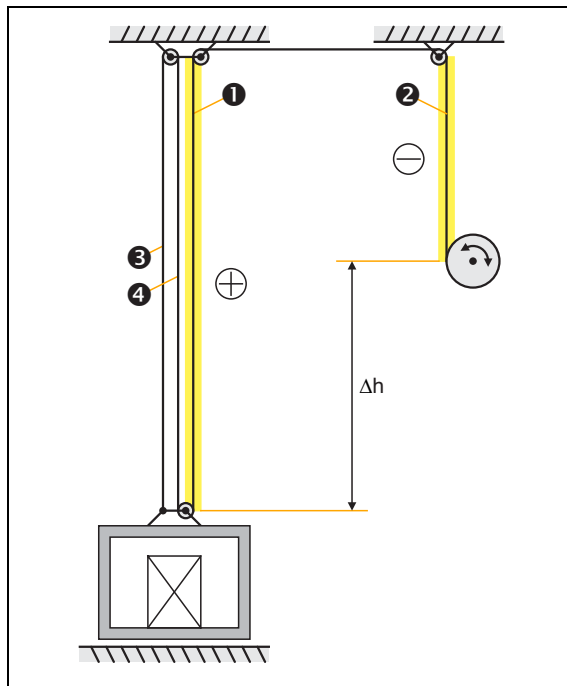
Die aktive Masse des Seils wird über den Masserechner (Körper: Zylinder) ermittelt und mit folgender Gleichung berechnet:

$$m_{acv, Rop} = \rho_{Rop} \cdot \Delta h \cdot 10 \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{Rop}}{200} \right)^2$$

[7-88] Gleichung 11: aktive Masse des Seils für stationäres Drehmoment

Bestimmung der Höhendifferenz

Für das stationäre Drehmoment wird die maximale Höhendifferenz Δh benötigt.



[7-89] Bestimmung von Δh

- Die Höhe Δh ist üblicherweise der Höhenunterschied von der Wickeltrommel bis zum Seilende der Nutzlast bei tiefster Position der Nutzlast.
- Die gelb hinterlegten Seilabschnitte (1+2) sind für das stationäre Drehmoment ausschlaggebend.
- Die anderen Seilabschnitte (3+4) heben sich auf.

Verlustdrehmoment

Um die Verluste beim Hubwerk zu berücksichtigen, wird das Reibungsmoment aus den einzelnen Wirkungsgraden berechnet. Bei einer Auslegung mit frei definierbarem Bewegungsprofil wird der Wirkungsgrad für eine Fahrt mit maximalem stationärem Drehmoment angenommen.

- Das Vorzeichen wird mit dem Bruch $n/|n|$ berücksichtigt.
- Folgende Gleichung berechnet das Verlustdrehmoment generatorisch sowie motorisch:

$$M_{th} = \left(\frac{1}{\eta_{Gdn} \cdot \eta_{PII} \cdot \eta_{Cor}} - 1 \right) \cdot \max(|M_{sds}|) \cdot \frac{n}{|n|}$$

[7-90] Gleichung 12: Verlustdrehmoment

Drehmoment der Anwendung

$$M_{App} = M_{sds} + J_{sum} \cdot \alpha + M_{th}$$

[7-91] Gleichung 14: Drehmoment der Anwendung

Erforderliche Drehzahl

Zur Ermittlung der erforderlichen Drehzahl (n) der Seiltrommel muss neben den zuvor genannten Parametern die gewünschte Hubgeschwindigkeit (v) angegeben werden:

$$n = \frac{60}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{v}{60} \cdot \frac{N_L \cdot 2000}{d_{\min}}$$

[7-92] Gleichung 15: Drehzahl der Seiltrommel



Tipp!

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (68)

7.9.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
b_{Cor}	Breite Seiltrommel	mm
d_{Cor}	Durchmesser Seiltrommel	mm
d_{max}	maximaler wirksamer Durchmesser Seiltrommel	mm
d_{min}	minimaler wirksamer Durchmesser Seiltrommel	mm
d_{Rop}	Durchmesser Seil	mm
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
h_{hoi}	Hubhöhe zur Bestimmung der Wickellagen	m
Δh	Höhendifferenz zur Bestimmung des stationären Drehmoments	m
h_N	erreichbare Höhe für Wickellage N	m
J_{add}	zusätzliches Trägheitsmoment (z. B. durch Seiltrommel)	kgm^2
J	festes Trägheitsmoment ohne Masse Nutzlast	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment mit Masse Nutzlast	kgm^2
N_{Cor}	Anzahl Wickellagen auf der Seiltrommel	
N_L	Einsicherung Seilzug zur Nutzlast	
l_{Rop}	Länge Seil	m
m_L	Masse Nutzlast	kg
m_{Cbn}	Masse Förderkorb für Nutzlast	kg
m_{Rop}	Masse Seil	kg
$m_{\text{acv,Rop}}$	aktive Masse des Seils (für stationäres Drehmoment)	kg
m_{sum}	gesamte Masse	kg
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
M_{th}	Verlustdrehmoment	Nm
n	Drehzahl der Seiltrommel	1/min
v	Hubgeschwindigkeit der Nutzlast	m/min
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
η_{Gdn}	Schachtwirkungsgrad	
η_{pII}	Wirkungsgrad Seilrollen	
η_{Cor}	Wirkungsgrad Seiltrommel	
ρ_{Rop}	spezifisches Gewicht Seil	kg/dm^3

7.9.2 Daten für die Eingabe

7.9.2.1 Durchmesser Seiltrommel

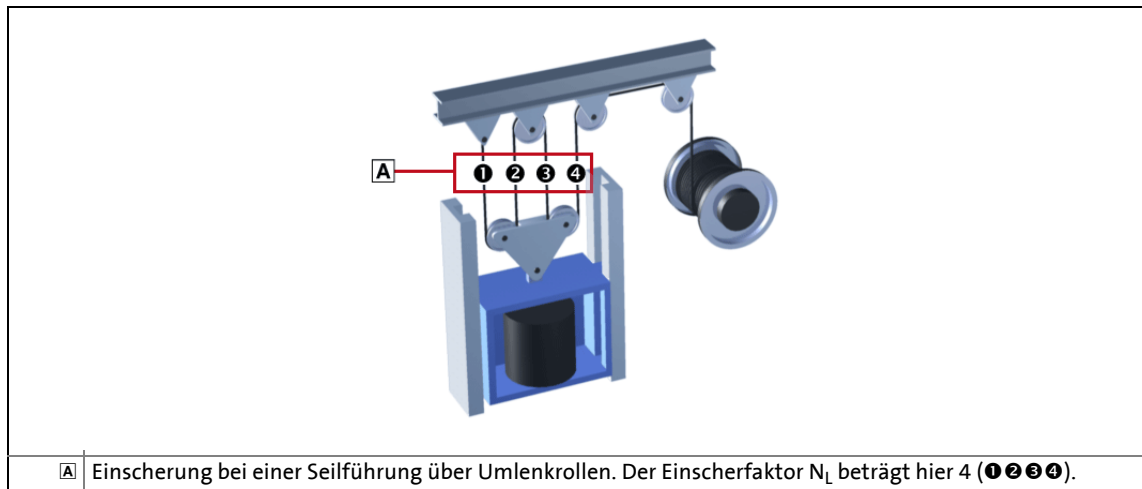
Parameter	Beschreibung
d_{Cor}	Durchmesser der Seiltrommel ohne Seil

7.9.2.2 Einsicherung Last

Parameter	Beschreibung
N_L	Einsicherung des Seilzugs zur Nutzlast Die Einsicherung ist das Verhältnis der Seilgeschwindigkeit der Seiltrommel zur Hubgeschwindigkeit der Nutzlast.

Bei seilgeführten Hubwerken kommen sowohl Einfach- als auch Mehrfachseilführungen über Umlenkrollen, sogenannte Einsicherungen (Flaschenzugprinzip) vor. Bei Mehrfachseilführungen ist die Umfangsgeschwindigkeit der Seiltrommel ein ganzzahliges Vielfaches der Hubgeschwindigkeit. Das erforderliche Drehmoment an der Seiltrommel wird dabei um den Einsicherfaktor N_L geringer und die Drehzahl um diesen Faktor größer.

Die Einsicherung hat auf die Antriebsleistung keinen Einfluss (außer bei hochdynamischen Bewegungen).



[7-93] Einsicherung

7.9.2.3 Masse Förderkorb

Parameter	Beschreibung
m_{Cbn}	Masse des Förderkorbs für die Nutzlast Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Masserechners berechnet werden.

[Masserechner](#) (469)

7.9.2.4 Wirkungsgrad Seiltrommel

Parameter	Beschreibung
η_{Cor}	Wirkungsgrad bedingt durch Reibung zwischen der Seiltrommel und dem Seil

7.9.2.5 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Trägheitsmoment der Seiltrommel, der Umlenk- und Führungsrollen, usw. • Das Trägheitsmoment des Förderkorbs muss hier nicht berücksichtigt werden, da es bereits eingerechnet wird. • Das Trägheitsmoment hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📘 471)

7.9.2.6 Durchmesser Seil

Parameter	Beschreibung
d_{Rop}	Außendurchmesser des Seils

7.9.2.7 Breite Seiltrommel

Parameter	Beschreibung
b_{Cor}	Breite der Seiltrommel • Dient zur Bestimmung der Anzahl der Wickellagen auf der Seiltrommel und somit der Berechnung des Durchmesserzuwachses.

7.9.2.8 Max. Hubhöhe

Parameter	Beschreibung
h_{hoi}	Maximal erreichbare Hubhöhe • Dient zur Bestimmung der Anzahl der Wickellagen auf der Seiltrommel und somit der Berechnung des Durchmesserzuwachses. • Ist eine Berücksichtigung der Wickellagen nicht erforderlich, wird h_{hoi} auf 0 gesetzt.

7.9.2.9 Masse Seil

Parameter	Beschreibung
m_{Rop}	Masse des Seils • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Hilfsrechners berechnet werden.  Rechner "Masse Seil/Kabel (Hubantrieb)" (📘 478)

Bestimmung der Masse

Die Masse des Seils wird entweder mit dem Masserechner (Körper: Zylinder) oder mit folgende Gleichung berechnet:

$$m_{\text{Rop}} = \rho_{\text{Rop}} \cdot l_{\text{Rop}} \cdot 10 \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\text{Rop}}}{200} \right)^2$$

7.9.2.10 Aktive Masse Seil

Parameter	Beschreibung
$m_{\text{acv,Rop}}$	Aktive Masse des Seils - Ist die für das stationäre Moment relevante Masse, d. h. die Masse, die eine Gewichtskraft auf die Seiltrommel ausübt. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Hilfsrechners berechnet werden.  Rechner "Masse Seil/Kabel (Hubantrieb)" (478)

7.9.2.11 Schachtwirkungsgrad

Parameter	Beschreibung
η_{Gdn}	Wirkungsgrad bedingt durch Reibung des Förderkorbs am Schacht

7.9.2.12 Wirkungsgrad Rollen

Parameter	Beschreibung
$\eta_{\text{p }}$	Wirkungsgrad bedingt durch Reibung zwischen den Seilrollen und dem Seil

7.9.2.13 Hubgeschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Hubgeschwindigkeit der Nutzlast Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.9.2.14 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_{L}	Masse der Nutzlast Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.10

Hubantrieb mit Gegengewicht

**Gefahr!**

Mit dem DSD dürfen keine Personenaufzüge ausgelegt werden!

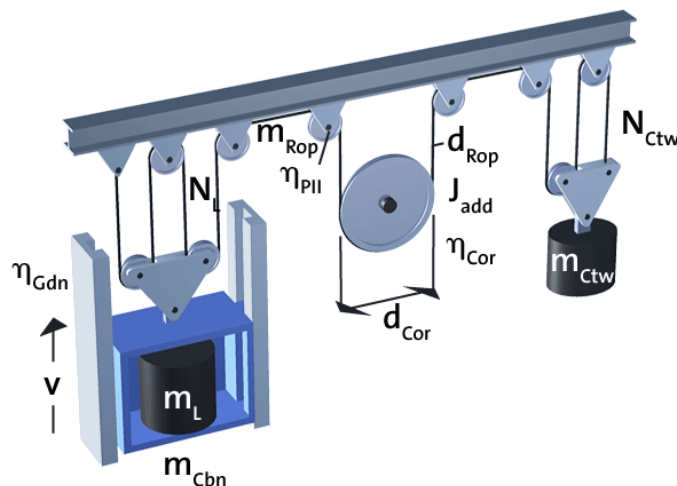
- DSD kann Hubantriebe mit Gegengewicht nur für Lastenaufzüge berechnen.
- Die sicherheitsrelevanten Berechnungen, die für Personenaufzüge notwendig sind, führt der DSD nicht durch.
- Legen Sie Hubantriebe für Personenaufzüge nur nach den geltenden nationalen und regionalen Vorschriften aus.

Hubwerke mit Treibscheiben und Gegengewichten haben gegenüber Winden den Vorteil, dass die Seillänge praktisch nur durch das Eigengewicht der Seile begrenzt wird. Hubwerke mit Treibscheiben werden grundsätzlich mit Gegengewichten ausgerüstet, die seitlich im Schacht, parallel zum Fahrkorb geführt werden.

Das Gegengewicht ist in der Regel auf die halbe Nutzlast ausgelegt. Das bedeutet, dass das Hubwerk bei halber Nutzlast im Gleichgewicht steht. Neben den beiden Drehrichtungen können dabei je nach Nutzlast auch zwei Drehmomentrichtungen (motorisch, generatorisch) auftreten.

Die Seile verbinden den Fahrkorb mit dem Gegengewicht direkt oder über Aufhängungen und laufen dabei in V-förmigen Rillen mit einem Mindestumschlingungswinkel über die Treibscheiben. Die von den Seilen umschlungenen Treibscheiben übertragen das Antriebsdrehmoment durch Reibungschluss auf die Seile und damit auf das System aus Förderkorb und Gegengewicht.

Aus Sicherheitsgründen werden stets mehrere parallel laufende Seile (6 bis 8 Seile) mit einem sehr hohen Sicherheitsfaktor (Faktor 12) eingesetzt, sodass auch ein einzelnes Seil die gesamte Last halten kann. Ein redundantes Sicherheitskonzept sorgt für extrem hohe Sicherheit, auch bei einem Stromausfall oder Seilriss.



7.10.1 Berechnungen

Für ein Hubwerk mit Gegengewicht gemäß der Skizze gilt:

Wirksamer Durchmesser

Die folgenden Gleichungen benötigen den wirksamen Durchmesser der Treibscheibe, der sich aus dem Wickeldurchmesser der Treibscheibe plus dem Durchmesser des Seils ergibt:

$$d = d_{\text{Cor}} + d_{\text{Rop}}$$

[7-94] Gleichung 1: wirksamer Durchmesser der Treibscheibe

Trägheitsmoment

Das Trägheitsmoment J ändert sich nicht während des Hubzyklus. Es wird im Wesentlichen bestimmt durch die Masse des Förderkorbs m_{Cag} , Masse des Gegengewichts und das zusätzliche Trägheitsmoment J_{add} .

$$J = J_{\text{add}} + \left(\frac{d}{2000} \right)^2 \cdot \left(\frac{m_{\text{Ctw}}}{N_{\text{Ctw}}^2} + \frac{m_{\text{Cbn}}}{N_L^2} + m_{\text{Rop}} \right)$$

[7-95] Gleichung 2: festes Trägheitsmoment

Typische Massen des Gegengewichts m_{Ctw} lassen sich aus der Masse des Förderkorbs m_{Cbn} , der Hälfte der Nutzlast m_L und dem Einsicherungsverhältnis N_{Ctw}/N_L bestimmen:

$$m_{\text{Ctw}} = \frac{N_{\text{Ctw}}}{N_L} \cdot \left(m_{\text{Cbn}} + \frac{m_L}{2} \right)$$

[7-96] Gleichung 3: Masse des Gegengewichts

Die Rollen und die Masse des Seils haben bei Anwendungen mit vielen Umlenkrollen und einem langen Seil einen wesentlichen Anteil am Spitzendrehmoment. Für die Bestimmung der Masse des Seils m_{Rop} kann folgende Gleichung verwendet werden.

- Bei einem Seilzug mit Scherung würde die effektive Masse des Seils reduziert werden. Die folgende Gleichung berücksichtigt keine Scherung, so dass hier eine Sicherheitsreserve existiert.

$$m_{\text{Rop}} = \rho_{\text{Rop}} \cdot l_{\text{Rop}} \cdot 10 \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{\text{Rop}}}{200} \right)^2$$

[7-97] Gleichung 4: Masse des gesamten Seils

Für das gesamte Trägheitsmoment J_{sum} der Anwendung wird zusätzlich die Masse der Nutzlast berücksichtigt. Während des Hubzyklus kann die Masse der Nutzlast unterschiedlich sein.

$$J_{\text{sum}} = J + \left(\frac{d}{2000} \right)^2 \cdot \frac{m_L}{N_L^2}$$

[7-98] Gleichung 5: gesamtes Trägheitsmoment

Stationäres Drehmoment

Das stationäre Drehmoment berechnet sich aus der Differenz der mit der Einscherung gewichteten Massen.

$$M_{sds} = \frac{d}{2000} \cdot \left(F_{add} + g \cdot \left(\frac{m_L}{N_L} + \frac{m_{Cbn}}{N_L} - \frac{m_{Ctw}}{N_{Ctw}} + m_{acv,Rop} \right) \right)$$

[7-99] Gleichung 6: stationäres Drehmoment



Tipp!

Die Masse der Seile ist im Allgemeinen vernachlässigbar, da sich die Gewichtskraft der Seile bei einem Flaschenzug nahezu aufhebt.

Bei einigen Anwendungen ist die Masse des Seils in der ungünstigsten Position des Hubwerks durchaus eine wesentliche Größe (z. B. bei großen Hubhöhen), so dass diese als aktive Seilmasse $m_{acv,Rop}$ berücksichtigt werden kann.

Beim Antrieb wirkt als stationäres Drehmoment auch am Flaschenzug nur die Masse eines einfachen Seils, da die Massen der anderen Seile sich über die festen Seilrollen aufheben. Die Masse des Seils für das Gegengewicht kann dabei abgezogen werden.

Bestimmung der aktiven Masse des Seils

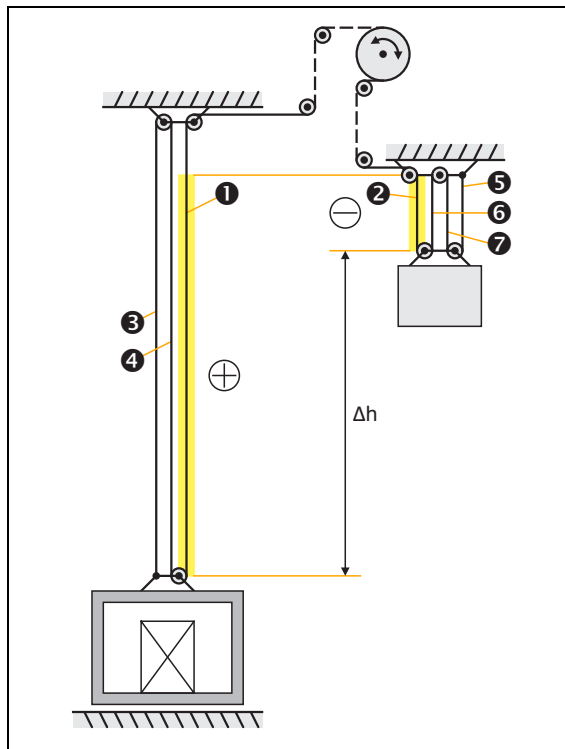
Die aktive Masse des Seils wird über den Masserechner (Körper: Zylinder) ermittelt und mit folgender Gleichung berechnet:

$$m_{acv,Rop} = \rho_{Rop} \cdot \Delta h \cdot 10 \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{Rop}}{200} \right)^2$$

[7-100] Gleichung 7: aktive Masse des Seils für das stationäre Drehmoment

Bestimmung der Höhendifferenz

Für das stationäre Drehmoment wird die maximale Höhendifferenz Δh benötigt.



[7-101] Bestimmung von Δh

- Die Höhe Δh ist üblicherweise der Höhenunterschied von dem Seilende des Gegengewichts bis zum Seilende der Nutzlast bei tiefster Position der Nutzlast oder des Gegengewichts.
- Die gelb hinterlegten Seilabschnitte (1+2) sind für das stationäre Drehmoment ausschlaggebend.
- Die Seilabschnitte (3+4, 6+7) heben sich auf oder werden durch die Befestigung 5 aufgenommen.

Drehmomentverlust

Um die Verluste beim Hubwerk zu berücksichtigen, wird das Reibungsmoment aus den einzelnen Wirkungsgraden berechnet. Bei einer Auslegung mit frei definierbarem Bewegungsprofil wird der Wirkungsgrad für eine Fahrt mit maximalem stationärem Drehmoment angenommen.

- Das Vorzeichen wird mit dem Bruch $n/|n|$ berücksichtigt.
- Die Reibung der Seilrollen wird vereinfacht als Wirkungsgrad η_{pII} berücksichtigt. Der Wirkungsgrad ist abhängig von der Anzahl der Seilrollen, der Einscherung und dem Wirkungsgrad der einzelnen Rollen.
- Folgende Gleichung berechnet den Drehmomentverlust generatorisch sowie motorisch:

$$M_{th} = \left(\frac{1}{\eta_{Gdn} \cdot \eta_{pII} \cdot \eta} - 1 \right) \cdot \max(|M_{sds}|) \cdot \frac{n}{|n|}$$

[7-102] Gleichung 8: Drehmomentverlust

Drehmoment der Anwendung

$$M_{\text{App}} = M_{\text{sds}} + J_{\text{sum}} \cdot \alpha + M_{\text{th}}$$

[7-103] Gleichung 9: Drehmoment der Anwendung

Erforderliche Drehzahl

Für die Ermittlung der erforderlichen Drehzahl n_{Cor} der Treibscheibe muss neben den zuvor genannten Parametern die gewünschte Hubgeschwindigkeit v angegeben werden.

$$n = \frac{60}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{v}{60} \cdot \frac{N_L \cdot 2000}{d_{\text{Cor}}}$$

[7-104] Gleichung 10: Drehzahl der Treibscheibe

Die Geschwindigkeit des Gegengewichts v_{Ctw} berechnet sich wie folgt:

$$v_{\text{Ctw}} = \frac{N_L}{N_{\text{Ctw}}} \cdot v$$

[7-105] Gleichung 11: Geschwindigkeit des Gegengewichts

**Tipp!**

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (📖 68)

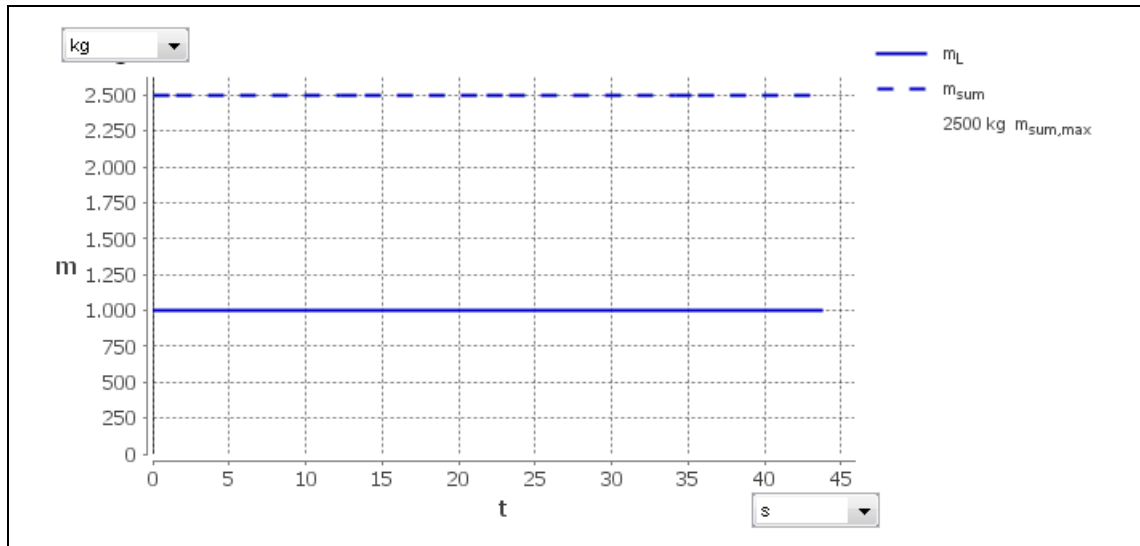
7.10.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
d	Wirksamer Durchmesser der Treibscheibe	mm
d_{Cor}	Wickeldurchmesser der Treibscheibe	mm
d_{Rop}	Durchmesser Seil	mm
F_{add}	zusätzliche Kraft	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
Δh	Höhendifferenz zur Bestimmung des stationären Drehmoments	m
J_{add}	zusätzliches Trägheitsmoment	kgm^2
J	festes Trägheitsmoment ohne Masse Nutzlast	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment mit Masse Nutzlast	kgm^2
N_L	Einscherung Seilzug Nutzlast	
N_{Ctw}	Einscherung Seilzug Gegengewicht	
l_{Rop}	Länge Seil	m
m_L	Masse Nutzlast	kg
m_{Ctw}	Masse Gegengewicht	kg
m_{Cbn}	Masse Förderkorb für Nutzlast	kg
m_{Rop}	Masse Seil	kg
$m_{\text{acv,Rop}}$	aktive Masse des Seils für stationäres Drehmoment	kg
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
M_{th}	Verlustdrehmoment	Nm
n	Drehzahl Treibscheibe	1/min
v	Geschwindigkeit der Nutzlast/Förderkorb	m/min
v_{Ctw}	Geschwindigkeit des Gegengewichts	m/min
α	Winkelbeschleunigung der Treibscheibe	rad/s^2
η_{Gdn}	Schachtwirkungsgrad	
η_{PII}	Wirkungsgrad Seilrollen	
η	Wirkungsgrad Treibscheibe	
ρ_{Rop}	spezifisches Gewicht Seil	kg/dm^3

7.10.2 Bewegte Masse

Unter Bewegte Masse werden nur die lastseitigen Massen verstanden. Die Masse des Gegengewichts m_{CtW} wird dabei nicht betrachtet.

- Die Bewegte Masse ist die Summe aus der Masse Förderkorb m_{Cbn} und der Masse Nutzlast m_L .



[7-106] Diagramm Anwendung: Bewegte Masse

Beschreibung	
m_L	Masse Nutzlast
m_{sum}	Bewegte Masse

7.10.3 Daten für die Eingabe

7.10.3.1 Durchmesser Treibscheibe

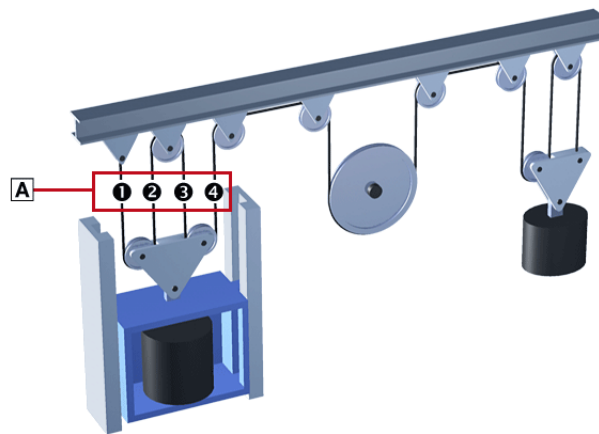
Parameter	Beschreibung
d_{Cor}	Durchmesser der Treibscheibe

7.10.3.2 Einscherung Last

Parameter	Beschreibung
N_L	Einsicherung des Seilzugs zur Nutzlast Die Einsicherung ist das Verhältnis der Seilgeschwindigkeit der Wickeltrommel zur Hubgeschwindigkeit der Nutzlast.

Bei seilgeführten Hubwerken kommen sowohl Einfach- als auch Mehrfachseilführungen über Umlenkrollen, sogenannte Einscherungen (Flaschenzugprinzip) vor. Bei Mehrfachseilführungen ist die Umfangsgeschwindigkeit der Treibscheibe ein ganzzahliges Vielfaches der Hubgeschwindigkeit. Das erforderliche Drehmoment an der Treibscheibe wird dabei um den Einscherfaktor N_L geringer und die Drehzahl um diesen Faktor größer.

Die Einsicherung hat auf die Antriebsleistung keinen Einfluss (außer bei hochdynamischen Bewegungen).



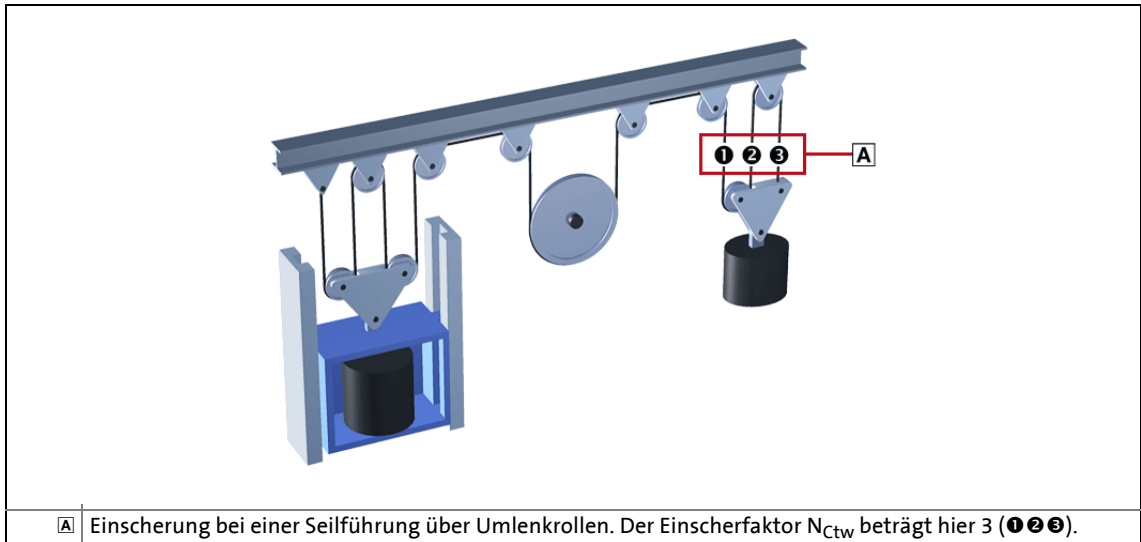
A Einsicherung bei einer Seilführung über Umlenkrollen. Der Einsicherfaktor N_1 beträgt hier 4 (1 2 3 4).

[7-107] Einscherung der Last

7.10.3.3 Einsicherung Gegengewicht

Parameter	Beschreibung
N_{Ctw}	Einsicherung des Seilzugs zum Gegengewicht Die Einsicherung ist das Verhältnis der Seilgeschwindigkeit der Treibscheibe zur Hubgeschwindigkeit des Gegengewichts.

Bei seilgeführten Hubwerken kommen sowohl Einfach- als auch Mehrfachseilführungen über Umlenkrollen, sogenannte Einsicherungen (Flaschenzugprinzip) auch bei Gegengewicht vor.



A Einsicherung bei einer Seilführung über Umlenkrollen. Der Einsicherfaktor N_{Ctw} beträgt hier 3 (1 2 3).

[7-108] Einsicherung des Gegengewichts

7.10.3.4 Masse Gegengewicht

Parameter	Beschreibung
m_{Ctw}	Masse des Gegengewichts Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Hilfsrechners berechnet werden. Rechner "Masse Gegengewicht (Hubantrieb)" (477)

7.10.3.5 Masse Förderkorb

Parameter	Beschreibung
m_{Cbn}	Masse des Förderkorbs oder Tragwerkzeugs für die Nutzlast Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Masserechners berechnet werden. Masserechner (469)

7.10.3.6 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Trägheitsmoment der Treibscheibe, der Umlenk- und Führungsrollen, usw. • Das Trägheitsmoment des Förderkorbs muss hier nicht berücksichtigt werden, da es bereits eingerechnet wird. • Das Trägheitsmoment hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner ( 471)

7.10.3.7 Durchmesser Seil

Parameter	Beschreibung
d_{Rop}	Außendurchmesser des Seils

7.10.3.8 Masse Seil

Parameter	Beschreibung
m_{Rop}	Masse des Seils • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Hilfsrechners berechnet werden.  Rechner "Masse Seil/Kabel (Hubantrieb)" ( 478)

7.10.3.9 Aktive Masse Seil

Parameter	Beschreibung
$m_{acv,Rop}$	Aktive Masse des Seils • Ist die für das stationäre Moment relevante Masse, d. h. die Masse, die eine Gewichtskraft auf die Seiltrommel ausübt. • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Hilfsrechners berechnet werden.  Rechner "Masse Seil/Kabel (Hubantrieb)" ( 478)

7.10.3.10 Schachtwirkungsgrad

Parameter	Beschreibung
η_{Gdn}	Wirkungsgrad bedingt durch Reibung des Förderkorbs am Schacht

7.10.3.11 Wirkungsgrad Rollen

Parameter	Beschreibung
η_{pII}	Wirkungsgrad bedingt durch Reibung zwischen Seilrollen und Seil

7.10.3.12 Wirkungsgrad Treibscheibe

Parameter	Beschreibung
η	Wirkungsgrad bedingt durch Reibung zwischen Treibscheibe und Seil

7.10.3.13 Hubgeschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Hubgeschwindigkeit der Last • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.10.3.14 Masse der Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.11 Kettenförderer

Beim Kettenförderer wird die Last (Stückgut, Paletten, Boxen) mittels einer Transportkette transportiert. Die Kette gleitet bzw. rollt (bei Rollkette) im Obertrum auf einer Auflage. Zwischen dem Antriebskettenrad und der Transportkette besteht eine formschlüssige Verbindung. Eine häufige Ausführungsform für den Stückguttransport sind Tragkettenförderer. Sie werden vorwiegend zum Transportieren, Sortieren und Verteilen von Stückgut mit definierten Ladungsträgern eingesetzt, wie z. B. Paletten oder Boxen.

Kettenförderer erfordern ein formstabiles Fördergut mit ebenen Aufstellflächen oder Ladungsträgern. Die eingesetzte Antriebstechnik und der Einbau sind beim Kettenförderer und Gurt- und Rollenförderer vergleichbar. Je nach konstruktiver Ausführung werden Kegelrad-, Kegelstirnrad oder Stirnradgetriebemotoren eingesetzt.

Neben der Gleitreibung tritt in der Regel beim Anfahren zusätzlich noch eine Haftreibung auf. Die Haftreibung wirkt nur über eine sehr kurze Strecke von 50 bis 100 mm und geht danach in Gleit- bzw. Rollreibung über. Die Höhe der Haftreibung ist abhängig von der Beschaffenheit der Kette, der Kettenspannung und Kettenführung auf der Auflage im Obertrum (gleiten, rollen oder Kombination von beiden). Alterung und Verschmutzung können Haft- und Gleitreibung noch erhöhen.

Messungen an Vierplatz-Palettenförderern mit Rollketten ergaben Haftreibungsmomente von bis zu 250 % der stationären Gleitreibungsmomente. Aus den Messungen wurden Gleitreibungskoeffizienten von 0,08/0,13 (neue/alte Kette) ermittelt.

Im Auslegungsschritt *Daten der Anwendung* ist in der Lenze-Einstellung ein **Reibungskoeffizient Kette/Auflage** von 0,2 vorgegeben. Eine Haftreibung ist darin bereits berücksichtigt.

Der Wert von 0,2 kann in der Regel bei Kettenförderern mit Rollketten reduziert werden, z. B. auf 0,15. Da der Reibungskoeffizient großen Einfluss auf eine bedarfsgerechte Antriebsauslegung hat, ist der Wert mit dem Kunden abzustimmen.

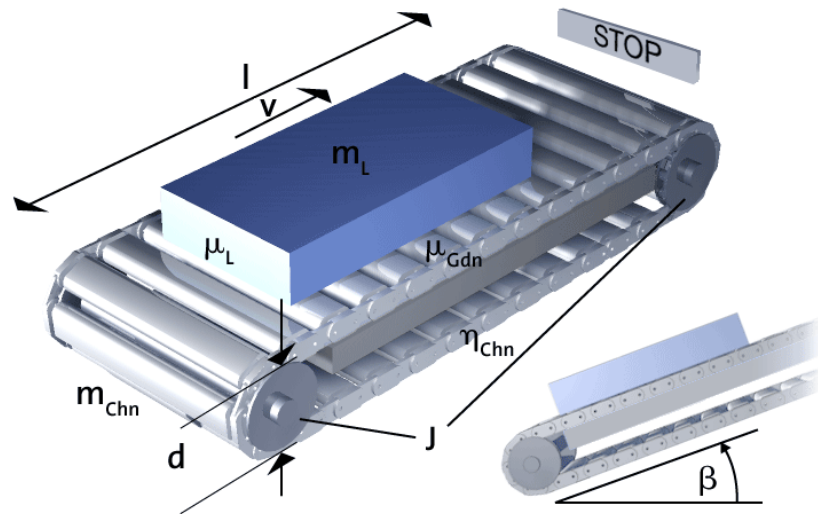
Da es eine Vielzahl von unterschiedlichen mechanischen Wirkprinzipien von Kettenförderern gibt, empfehlen wir eine empirische Ermittlung des Reibungskoeffizienten bei der Inbetriebnahme.

Maßnahmen bei hoher Reibung

- Den Wert **Reibungskoeffizient Kette/Auflage** an die Gegebenheiten der Anwendung anpassen.
- Zur Überwindung der Haftreibung eine Regelungsart mit hohem Anfahrtdrehmoment wählen, z. B. SLVC (sensorlose Vectorregelung) oder SC (Servoregelung mit Geber).
 - VFC-Betriebsarten entwickeln gegenüber SLVC und SC ein geringeres Anfahrtdrehmoment. Die Verwendung ist im Einzelfall zu prüfen.
 - Lenze-Umrichter können aufgrund dynamischer Stromreserven die Haftreibung in der Regel überwinden.
- Bei extrem hoher Haftreibung den Umrichters größer dimensionieren.

Maßnahmen bei Schwingungen von Drehmoment und Drehzahl

Bei langen Ketten können aufgrund der Kettenelastizität Schwingungen beim Drehmoment und bei der Drehzahl auftreten. Die Schwingungen lassen sich durch ruckarme Bewegungsprofile reduzieren.



7.11.1 Berechnungen

Für einen Kettenförderer gemäß der Skizze gilt:

Umrechnung translatorische Größen in rotatorische Größen

$$\varphi = \frac{2000 \cdot s}{d}$$

[7-109] Gleichung 1: Winkel

$$\omega = \frac{2000 \cdot v}{d}$$

[7-110] Gleichung 2: Winkelgeschwindigkeit

$$\alpha = \frac{2000 \cdot a}{d}$$

[7-111] Gleichung 3: Winkelbeschleunigung auf der Lastseite

Gesamtes Trägheitsmoment

$$J_{\text{sum}} = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot (m_{\text{Chn}} + m_L(t)) + J$$

[7-112] Gleichung 4: gesamtes Trägheitsmoment

Stationäres Drehmoment

Der stationäre Anteil des Drehmoments setzt sich aus verschiedenen Einzelkräften zusammen:

$$M_{sds} = (F_{\mu} + F_{pln} + F_{add}) \cdot \frac{1}{2} \cdot d$$

[7-113] Gleichung 5: stationäres Drehmoment

$$F_{\mu} = \left(m_L + \frac{m_{Chn}}{2} \right) \cdot g \cdot \mu_{Gdn} \cdot \cos \beta \cdot \frac{v}{|v|} + F_{vs}$$

[7-114] Gleichung 6: Reibungskraft

$$F_{pln} = m_L \cdot g \cdot \sin \beta$$

[7-115] Gleichung 7: Hangabtriebskraft

Falls ein Fördergut gegen einen Anschlag fährt (z. B. Ausrichtung des Gutes), entsteht die Kraft F_{add} :

$$F_{add} = m_{add} \cdot g \cdot \frac{\sin(\rho - \beta)}{\cos \rho} \cdot \frac{v}{|v|} \quad \rho = \arctan \mu_L$$

[7-116] Gleichung 8: zusätzliche Kraft

Die Masse der Transportkette wird durch die Streckenlast berechnet:

$$m_{Chn} = m'_{Chn} \cdot l_{Chn}$$

[7-117] Gleichung 9: Masse Transportkette

Erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)

Um den Wirkungsgrad der Anwendung durch die Übertragung der Bewegung über Ketten zu berücksichtigen, muss zunächst der Drehmomentenbedarf der Anwendung (M_{App}) bestimmt werden.

$$M_{App} = M_{sds} + J_{sum} \cdot \alpha$$

[7-118] Gleichung 10: erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)

Erforderliches Drehmoment der Anwendung (mit Verluste)

Unter der Voraussetzung, dass das Reibungsmoment der Anwendung proportional zu dem übertragenden Moment ist, lässt sich das Drehmoment der Anwendung mit folgender Gleichung berechnen:

$$M_{th,App} = \left(\frac{1}{\eta_{Chn}} - 1 \right) \cdot \frac{\omega}{|\omega|} \cdot |M_{App}| + M_{App}$$

[7-119] Gleichung 11: erforderliches Drehmoment der Anwendung (mit Verluste)

**Tipp!**

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (68)

7.11.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a	Beschleunigung (translatorisch)	m/s^2
d	Durchmesser Antriebsrolle	mm
F_{μ}	Reibungskraft	N
F_{pln}	Hangabtriebskraft	N
F_{add}	zusätzliche Kraft (z. B. Staukraft)	N
F_{vs}	Gegenkraft	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
J	Trägheitsmoment Antriebsrolle	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm^2
l	Förderlänge	m
m_L	Masse Nutzlast	kg
m'_L	Masse Streckenlast	kg/m
m_{Chn}	Masse Transportkette	kg
m_{add}	zusätzliche Masse (z. B. durch Abweiser)	kg
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)	Nm
$M_{\text{th,App}}$	erforderliches Drehmoment der Anwendung (mit Verluste)	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
s	Weg (translatorisch)	m
v	Geschwindigkeit (translatorisch)	m/s
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
β	Neigungswinkel	°
η_{Chn}	Wirkungsgrad Kette	
φ	Winkel	rad
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient Kette auf Unterlage	
μ_L	Reibungskoeffizient Last auf Kette	
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s

7.11.2 Daten für die Eingabe

7.11.2.1 Durchmesser Antriebsrolle

Parameter	Beschreibung
d	Außendurchmesser der Antriebsrolle

7.11.2.2 Masse Kette

Parameter	Beschreibung
m_{Chn}	Masse der Transportkette Wert kann direkt eingegeben oder über die Streckenlast und Förderlänge berechnet werden.  Rechner "Masse Streckenlast (Fördertechnik)" (📘 479)

7.11.2.3 Reibungskoeffizient Kette/Unterlage

Parameter	Beschreibung
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient zwischen Transportkette und Unterlage Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ▶ Physikalische Beiwerte (📘 488)  Reibungskoeffizient bei Rollen

7.11.2.4 Wirkungsgrad Kette

Parameter	Beschreibung
η_{Chn}	Wirkungsgrad der Transportkette $\eta_{Chn} = 0.90 - 0.96$ (abhängig von Kettengröße)

7.11.2.5 Trägheitsmoment Antriebsrolle

Parameter	Beschreibung
J	Trägheitsmoment der Antriebsrolle und aller evtl. weiterer vorhandener Rollen - Hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📘 471)

7.11.2.6 Zusätzliche Kraft

Parameter	Beschreibung
F_{add}	Die zusätzliche Kraft ergibt sich aus Staukräften, Seitenreibung, Abweisern, usw. Die Staukraft kann mit dem Hilfsrechner berechnet werden.  Rechner "Staukraft (Fördertechnik)" (📘 483)

7.11.2.7 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen.

Anwendung mit Gefälle (Talfahrt)

Für den Neigungswinkel kann nur ein positiver Wert (Steigung) eingegeben werden. Eine Anwendung mit Gefälle können Sie jedoch auslegen, indem Sie eine negative Geschwindigkeit vorgeben. Wenn sich die Anwendung auf einer Steigung mit negativer Geschwindigkeit bewegt, fährt sie rückwärts.

Vorgehensweise:

- In das Eingabefeld **Neigungswinkel** den Wert des Gefälles eingeben.
- In das Eingabefeld **Geschwindigkeit** den Wert mit negativem Vorzeichen eingeben.

7.11.2.8 Geschwindigkeit

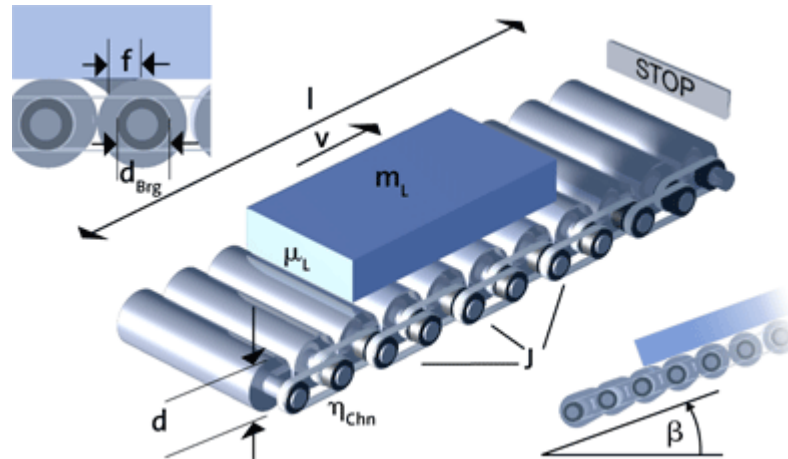
Parameter	Beschreibung
v	Geschwindigkeit der Transportkette Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.11.2.9 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.12 Rollenförderer

Rollenförderer sind vielfältig einsetzbare Förderer zum Transport kleiner Stückgüter wie z. B. Behälter, Kartons, Kisten und Gebinde, bis hin zu großen Fördergütern, wie z. B. Paletten und Containern. Sie eignen sich zum Transportieren, Puffern (Staurollenförderer) und in Verbindung mit Zusatzeinrichtungen zum Verteilen von Stückgütern. Die Last wird mittels Transportrollen befördert, die untereinander durch eine Kette, Riemen oder Gurt gekoppelt sind. Rollenförderer können mit Kopf- oder Zentralantrieb in Form eines Getriebemotors ausgeführt werden. Alternativ gibt es Rollenrohrmotoren, die Rollen direkt antreiben. Beim Rollenrohrmotor ist der Motor in der Rolle integriert.



7.12.1 Berechnungen

Für einen Rollenförderer gemäß der Skizze gilt:

Umrechnung translatorische Größen in rotatorische Größen

$$\varphi = \frac{2000 \cdot s}{d}$$

[7-120] Gleichung 1: Winkel

$$\omega = \frac{2000 \cdot v}{d}$$

[7-121] Gleichung 2: Winkelgeschwindigkeit

$$\alpha = \frac{2000 \cdot a}{d}$$

[7-122] Gleichung 3: Winkelbeschleunigung

Gesamtes Trägheitsmoment

$$J_{\text{sum}} = m_L \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 + J$$

[7-123] Gleichung 4: gesamtes Trägheitsmoment

Stationäres Drehmoment

Der stationäre Anteil des Drehmoments setzt sich aus verschiedenen Einzelkräften zusammen:

$$M_{sds} = (F_{\mu} + F_{pln} + F_{add}) \cdot \frac{d}{2}$$

[7-124] Gleichung 5: stationäres Drehmoment

Reibungskraft

In Relation zur Nutzlast ist die Masse der Rollen überwiegend gering. Ihr Anteil an der Reibungskraft in der Regel vernachlässigbar und wird daher im DSD nicht berücksichtigt. Sollte die Masse der Rollen in Einzelfällen einen signifikanten Anteil in Relation zur Nutzlast haben, ist der Antriebsauslegung eine manuelle Berechnung als Korrektur hinzuzufügen.

$$F_{\mu} = \frac{m_L \cdot g \cdot \cos \beta}{d} \cdot (2f + d_{Brg} \cdot \mu_{Brg}) \cdot \frac{\omega}{|\omega|}$$

[7-125] Gleichung 6: Reibungskraft

Hangabtriebskraft

$$F_{pln} = m_L \cdot g \cdot \sin \beta$$

[7-126] Gleichung 7: Hangabtriebskraft

Zusätzliche Kraft (z. B. Staukraft)

Fährt das Fördergut gegen einen Anschlag (z. B. zur Ausrichtung), entsteht die Kraft F_{add} .

Muss die Masse der Rollen berücksichtigt werden, weil die Masse des Förderguts verhältnismäßig klein ist, kann die resultierende Reibungskraft als zusätzliche Kraft F_{add} eingegeben werden.

$$F_{add} = m_{add} \cdot g \cdot \cos \beta \cdot \mu_L \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-127] Gleichung 8: zusätzliche Kraft

Masse der Nutzlast

Die Masse der Nutzlast wird durch die Streckenlast berechnet:

$$m_L = m'_L \cdot l$$

[7-128] Gleichung 9: Masse Nutzlast

Erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)

Um den Wirkungsgrad der Anwendung durch die Übertragung der Bewegung über Ketten zu berücksichtigen, muss zunächst das erforderliche Drehmoment der Anwendung bestimmt werden:

$$M_{\text{App}} = M_{\text{sds}} + J_{\text{sum}} \cdot \alpha$$

[7-129] Gleichung 10: erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)

Erforderliches Drehmoment der Anwendung (mit Verluste)

Unter der Voraussetzung, dass das Reibungsmoment der Anwendung proportional zu dem übertragenden Drehmoment ist, kann das erforderliche Drehmoment der Anwendung mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$M_{\text{th,App}} = M_{\text{App}} + |M_{\text{App}}| \cdot \frac{\omega}{|\omega|} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{sum}}} - 1 \right)$$

[7-130] Gleichung 11: erforderliches Drehmoment der Anwendung (mit Verluste)

$$\eta_{\text{sum}} = \eta_{\text{Chn}}^n$$

[7-131] Gleichung 11: Gesamter Wirkungsgrad der Ketten

**Tipp!**

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (📖 68)

7.12.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
d	Durchmesser der Transportrollen	mm
d_{Brg}	Durchmesser der Lager	mm
f	Hebelarm der Rollreibung	mm
F_{μ}	Reibungskraft	N
F_{pln}	Hangabtriebskraft	N
F_{add}	zusätzliche Kraft (z. B. Staukraft)	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
J	Trägheitsmoment der Transportrollen	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm^2
l	Förderlänge	m
m_L	Masse Nutzlast	kg
m'_L	Masse Streckenlast	kg/m
m_{add}	zusätzliche Masse (z. B. durch Abweiser)	kg
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)	Nm
$M_{th,App}$	erforderliches Drehmoment der Anwendung (mit Verluste)	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
s	Weg (translatorisch)	m
v	Geschwindigkeit (translatorisch)	m/s
ω	Winkelgeschwindigkeit (rotatorisch)	rad/s
a	Beschleunigung (translatorisch)	m/s^2
α	Winkelbeschleunigung (rotatorisch)	rad/s^2
β	Neigungswinkel	°
η_{sum}	gesamter Wirkungsgrad der Ketten	
η_{chn}	Wirkungsgrad einer Kette	
φ	Winkel	rad
μ_L	Reibungskoeffizient der Last/Rolle	
μ_{Brg}	Reibungskoeffizient Lager	

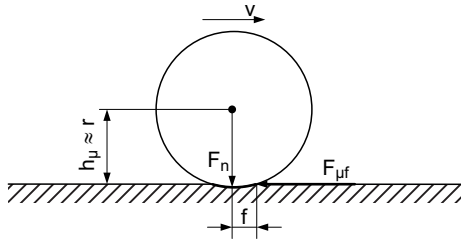
7.12.2 Daten für die Eingabe

7.12.2.1 Durchmesser Transportrollen

Parameter	Beschreibung
d	Außendurchmesser der Transportrollen

7.12.2.2 Hebelarm Rollreibung

Parameter	Beschreibung
f	Der Hebelarm der Rollreibung dient zur Berechnung der Reibungskraft. Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (📖 488)  Hebelarm der Rollreibung

	
f	Hebelarm der Rollreibung
$F_{\mu f}$	Rollreibung (Betrag)
F_n	Anpresskraft der Walze
v	Geschwindigkeit

[7-132] Prinzip der Rollreibung

7.12.2.3 Wirkungsgrad Kette

Parameter	Beschreibung
η_{Chn}	Werte für den Wirkungsgrad η_{Chn} pro vollständiger Umschlingung: Kette = 0.90 - 0.96 (abhängig von Kettengröße) Zahnriemen = 0.96 - 0.98 (abhängig vom Material) Flachriemen = 0.93 - 0.98 (abhängig vom Material) Keilriemen = 0.88 - 0.95 Gummiband = 0.80 - 0.85 Kunststoffband = 0.80 - 0.85 Drahtseil = 0.90 - 0.95

**Hinweis!**

Bei der Kraftübertragung vom Antrieb auf die Transportrollen verringert sich der Wirkungsgrad η_{Chn} der Kette mit jeder Umschlingung.

- Der Wirkungsgrad η_{Chn} wird mit der Anzahl der Umschlingungen N_{Chn} potenziert.
- Ggf. den Antrieb mittig platzieren, um die Kraftübertragung auf zwei Pfade zu verteilen. Dadurch reduziert sich auch die Anzahl der Umschlingungen pro Pfad.
- Für den Wirkungsgrad η_{Chn} unbedingt realistische Werte annehmen.

7.12.2.4 Durchmesser Lager

Parameter	Beschreibung
d_{Brg}	Durchmesser zur Bestimmung der Lagerreibung

7.12.2.5 Trägheitsmoment Transportrollen

Parameter	Beschreibung
J	Trägheitsmoment der Transportrollen, Wellen, usw. • Hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.12.2.6 Anzahl Kettenumschlingungen

Parameter	Beschreibung
N_{Chn}	• Anzahl der Kettenumschlingungen, die das Drehmoment auf die einzelnen Rollen verteilen. Für die Berechnung wird der ungünstigste Wirkungsgrad angenommen (Last liegt auf der letzten angetriebenen Rolle).



Hinweis!

Bei der Kraftübertragung vom Antrieb auf die Transportrollen verringert sich der Wirkungsgrad η_{Chn} der Kette mit jeder Umschlingung.

- Der Wirkungsgrad η_{Chn} wird mit der Anzahl der Umschlingungen N_{Chn} potenziert.
- Ggf. den Antrieb mittig platzieren, um die Kraftübertragung auf zwei Pfade zu verteilen. Dadurch reduziert sich auch die Anzahl der Umschlingungen pro Pfad.
- Für den Wirkungsgrad η_{Chn} unbedingt realistische Werte annehmen.

7.12.2.7 Zusätzliche Kraft

Parameter	Beschreibung
F_{add}	Die zusätzliche Kraft ergibt sich aus Staukräften, Seitenreibung, Abweisern, usw. • Die Staukraft kann mit dem Hilfsrechner berechnet werden.  Rechner "Staukraft (Fördertechnik)" (📖 483)



Hinweis!

Muss die Masse der Rollen berücksichtigt werden, weil die Masse des Förderguts verhältnismäßig klein ist, kann die resultierende Reibungskraft als zusätzliche Kraft F_{add} eingegeben werden.

► [Zusätzliche Kraft \(z. B. Staukraft\)](#)

7.12.2.8 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) - Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen. - Der max. Neigungswinkel ist in erster Näherung: $\arctan(\mu_L)$ (Haftreibung zwischen Last und Rolle).

Anwendung mit Gefälle (Talfahrt)

Für den Neigungswinkel kann nur ein positiver Wert (Steigung) eingegeben werden. Eine Anwendung mit Gefälle können Sie jedoch auslegen, indem Sie eine negative Geschwindigkeit vorgeben. Wenn sich die Anwendung auf einer Steigung mit negativer Geschwindigkeit bewegt, fährt sie rückwärts.

Vorgehensweise:

- In das Eingabefeld **Neigungswinkel** den Wert des Gefälles eingeben.
- In das Eingabefeld **Geschwindigkeit** den Wert mit negativem Vorzeichen eingeben.

7.12.2.9 Reibungskoeffizient Lager

Parameter	Beschreibung
μ_{Brg}	Reibungskoeffizient für die Lagerreibung Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (📖 488)  Lager- und Spindelreibung

7.12.2.10 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Geschwindigkeit des Transportguts Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.12.2.11 Masse Nutzlast

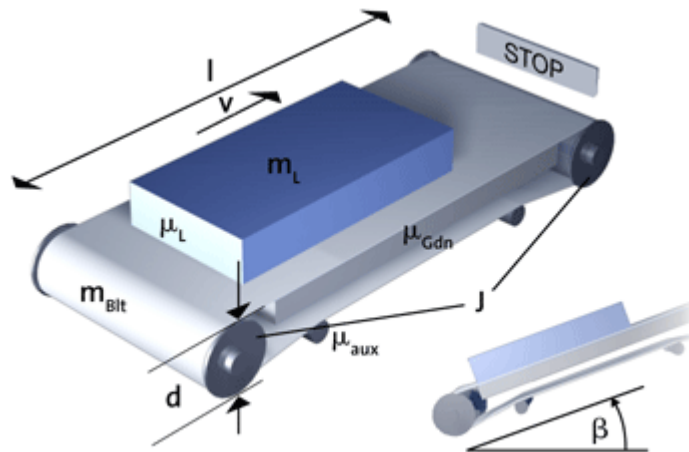
Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.13 Gurtförderer Stückgut

Beim Gurtförderer für Stückgut wird das Fördergut (z. B. Kisten, Paletten) mittels eines Transportgurtes befördert. Aufgrund der glatten Oberfläche ist er für unterschiedliche Stückgutgrößen und für labile Packstücke geeignet. Wesentliche Merkmale sind der ruhige und geräuscharme Lauf sowie der schonende Transport empfindlicher Güter. Mit dem Gurtförderer sind je nach Fördergut typischerweise Steigungen von bis zu 20°, in Einzelfällen und bestimmten Ausführungen auch bis zu 60° möglich.

Das Transportband gleitet im Obertrum auf einer Oberfläche, im Untertrum kann es durch Rollen geführt werden. Im Untertrum findet normalerweise auch das Spannen des Gurts mittels einer Spannvorrichtung oder Spannstation in Form von verschiebbaren Umlenkrollen statt. Die Kraftübertragung zwischen Gurt und Antriebsrolle erfolgt durch Kradschluss.

Bezüglich der Anbauposition des Antriebs unterscheidet man zwischen einem Kopfantrieb (Position am Ende, unterhalb des Bands oder seitlich neben dem Band) und einem Zentralantrieb (Position in der Mitte, unterhalb vom Band). Beim seitlich angeordneten Kopfantrieb wird typischerweise ein Kegelradgetriebe oder Kegelstirnradgetriebe eingesetzt. Die Abtriebswelle des Getriebes treibt direkt die Antriebsrolle an. Beim unterhalb des Bands angeordneten Kopfantrieb werden vorwiegend Stirnradgetriebe verwendet und die Antriebsrolle mittels Riemen angetrieben.



7.13.1 Berechnungen

Für einen Gurtförderer Stückgut gemäß der Skizze gilt:

Gesamtes Trägheitsmoment

$$J_{\text{sum}} = (m_{\text{aux}} + m_{\text{Bl}}) \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 + J_{\text{aux}}$$

[7-133] Gleichung 1: gesamtes Trägheitsmoment

Stationäres Drehmoment

Der stationäre Anteil des Drehmoments setzt sich aus verschiedenen Einzelkräften zusammen:

$$M_{sds} = (F_{\mu} + F_{pln} + F_{add} + F_{aux}) \cdot \frac{d}{2}$$

[7-134] Gleichung 2: stationäres Drehmoment

$$F_{\mu} = \left(m_L + \frac{m_{Blt}}{2}\right) \cdot g \cdot \mu_{Cdn} \cdot \cos \beta \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-135] Gleichung 3: Reibungskraft

$$F_{pln} = m_L \cdot g \cdot \sin \beta$$

[7-136] Gleichung 4: Hubkraft

Falls ein Fördergut gegen einen Anschlag fährt (z. B. Ausrichtung des Gutes), entsteht die Kraft F_{add} :

$$F_{add} = m_{add} \cdot g \cdot \frac{\sin(\rho - \beta)}{\cos \rho} \cdot \frac{v}{|v|} \quad \rho = \arctan \mu_L$$

[7-137] Gleichung 5: Zusätzliche Kraft

Die Reibung der Rollen wird durch die Reibungskraft F_{aux} berücksichtigt:

$$F_{aux} = \left(m_{aux} + \frac{m_{Blt}}{2}\right) \cdot g \cdot \mu_{aux} \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-138] Gleichung 6: Reibungskraft durch Lauf über Rolle

Die Masse der Nutzlast wird durch die Streckenlast berechnet:

$$m_L = m'_L \cdot l$$

[7-139] Gleichung 7: Masse Nutzlast

Erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)

$$M_{App} = M_{sds} + J_{sum} \cdot \alpha$$

[7-140] Gleichung 8: erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)

**Tipp!**

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (📖 68)

7.13.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
d	Durchmesser Antriebsrolle	mm
F_{μ}	Reibungskraft	N
F_{pln}	Hangabtriebskraft	N
F_{add}	zusätzliche Kraft (z. B. Staukraft)	N
F_{aux}	Reibungskraft durch Stützrollen	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
J	Trägheitsmoment Antriebsrolle	kgm^2
J_{aux}	Trägheitsmoment Stützrollen	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm^2
l	Förderlänge	m
m_L	Masse Nutzlast	kg
m'_L	Masse Streckenlast	kg/m
m_{Blt}	Masse Gurt	kg
m_{aux}	gesamte Masse Stützrollen	kg
m_{add}	zusätzliche Masse (z. B. durch Abweiser)	kg
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung (ohne Verluste)	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
v	Bahngeschwindigkeit	m/s
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
β	Neigungswinkel	°
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient Gurt/Auflage	
μ_{aux}	Reibungskoeffizient Gurt/Stützrollen	
μ_L	Reibungskoeffizient Last/Gurt	

7.13.2 Daten für die Eingabe

7.13.2.1 Durchmesser Antriebsrolle

Parameter	Beschreibung
d	Außendurchmesser der Antriebsrolle

7.13.2.2 Masse Gurt

Parameter	Beschreibung
m_{Blt}	Masse des Gurtes Wert kann direkt eingegeben oder über die Streckenlast und Förderlänge berechnet werden.  Rechner "Masse Streckenlast (Fördertechnik)" (479)

7.13.2.3 Masse Stützrollen

Parameter	Beschreibung
m_{aux}	Gesamte Masse der Stützrollen - Bei $\mu_{aux} = 0$ wird die Reibung durch die Stützrollen vernachlässigt, eine Masse braucht dann nicht eingetragen zu werden. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Masserechners berechnet werden.  Masserechner (📖 469)



Hinweis!

Die Masse der Stützrollen wird zur Berechnung der Reibungskräfte genutzt.

7.13.2.4 Trägheitsmoment Rollen

Parameter	Beschreibung
J_{sum}	Trägheitsmoment der Antriebsrolle und aller Stützrollen. - Hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)



Hinweis!

Berücksichtigen Sie bei der Berechnung der Massenträgheit, dass Stützrollen und Antriebsrolle unterschiedliche Durchmesser haben können!

7.13.2.5 Zusätzliche Kraft

Parameter	Beschreibung
F_{add}	Die zusätzliche Kraft ergibt sich aus Staukräften, Seitenreibung, Abweisern, usw. Die Staukraft kann mit dem Hilfsrechner berechnet werden.  Rechner "Staukraft (Fördertechnik)" (📖 483)

7.13.2.6 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) - Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen. - Der max. Neigungswinkel ist in erster Näherung: $\beta \geq \arctan(\mu_L)$ (Haftreibung zwischen Last und Gurt).

Anwendung mit Gefälle (Talfahrt)

Für den Neigungswinkel kann nur ein positiver Wert (Steigung) eingegeben werden. Eine Anwendung mit Gefälle können Sie jedoch auslegen, indem Sie eine negative Geschwindigkeit vorgeben. Wenn sich die Anwendung auf einer Steigung mit negativer Geschwindigkeit bewegt, fährt sie rückwärts.

Vorgehensweise:

- In das Eingabefeld **Neigungswinkel** den Wert des Gefälles eingeben.
- In das Eingabefeld **Geschwindigkeit** den Wert mit negativem Vorzeichen eingeben.

7.13.2.7 Reibungskoeffizient Gurt/Auflage

Parameter	Beschreibung
μ_{Gdn}	Reibungskoeffizient zwischen Gurt und Auflage Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (488)  Reibungskoeffizient bei Rollen

7.13.2.8 Reibungskoeffizient Gurt/Stützrollen

Parameter	Beschreibung
μ_{aux}	Reibungskoeffizient zwischen Stützrollen und Gurt - Bei $\mu_{aux} = 0$ wird die Reibung durch die Stützrollen vernachlässigt. - Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (488)  Reibungskoeffizient bei Rollen

7.13.2.9 Geschwindigkeit

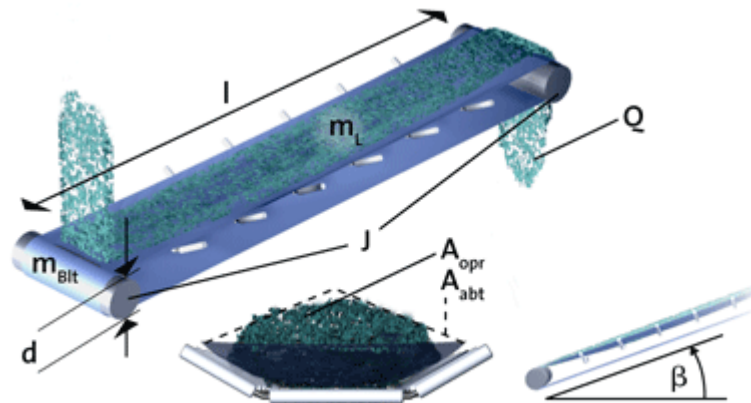
Parameter	Beschreibung
v	Geschwindigkeit des Gurts Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.13.2.10 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.14 Gurtförderer Schüttgut

Beim Gurtförderer für Schüttgüter wird das Fördergut mit umlaufenden Fördergurten transportiert, die Zugträger aus Textil- oder Stahlseileinlagen haben und deren Deckplatten aus Gummi oder Kunststoff bestehen. Die Fördergurte werden von Tragrollen gestützt und über Trommeln durch Reibungsschluss angetrieben oder gebremst. Häufig sind diese Förderer als Muldenförderer oder Rohrgurtförderer ausgeführt.



7.14.1 Berechnungen

Für einen Gurtförderer Schüttgut gemäß der Skizze gilt:

Gesamtes Trägheitsmoment

$$J_{\text{sum}} = (m_L + m_{\text{Blt}}) \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 + J + J_{\text{aux}}$$

[7-141] Gleichung 1: gesamtes Trägheitsmoment

Stationäres Drehmoment

Der stationäre Anteil des Drehmoments setzt sich aus verschiedenen Einzelkräften zusammen:

$$M_{\text{sds}} = (F_{\text{opr}} + F_{\text{pln}} + F_{\text{add}}) \cdot \frac{d}{2}$$

[7-142] Gleichung 2: Stationäres Drehmoment

Die Förderkraft berechnet sich durch die Streckenlasten, der Förderlänge und dem Beiwert des Füllgrades f (der Beiwert ist ein fiktiver Wert):

$$F_{\text{opr}} = l \cdot f_{\text{Blt}} \cdot g \cdot \left(m'_{\text{aux}} + (2 \cdot m'_{\text{Blt}} + m'_L) \cdot \cos \beta \cdot \frac{v}{|v|} \right)$$

[7-143] Gleichung 3: Förderkraft

$$m'_L = \frac{m_L}{l} \quad m_L = \frac{Q}{v \cdot 3600 \frac{s}{h}} \cdot l$$

[7-144] Gleichung 4: Streckenlast der Nutzlast

$$m'_{Blt} = \frac{m_{Blt}}{l}$$

[7-145] Gleichung 5: Streckenlast des Gurtes

$$m'_{aux} = \frac{m_{aux}}{l}$$

[7-146] Gleichung 6: Streckenlast der Rollen

Beiwert des Füllgrads

Der Beiwert f_{Blt} des Füllgrads hat eine wichtige Bedeutung für die Größe des Hauptwiderstands. Der Wert hat um so mehr Einfluss, je geringer die Steigungswiderstände des Förderers sind.

Das Bestreben, bei der Auslegung immer auf der sicheren Seite zu liegen, zusammen mit der ungenauen Beschreibung der Betriebsmerkmale und der großen Spanne beim Beiwert (siehe folgende Tabelle) bewirkt, dass beträchtliche Überdimensionierungen die Folge sein können.

Um diese Überdimensionierungen zu vermeiden, ist eine präzisere Bestimmung des Beiwerts notwendig.

- Der Beiwert des Füllgrads wird im Wesentlichen durch den Laufwiderstand der Tragrollen und den Eindrückrollwiderstand bestimmt.
- Bei starkem Durchhängen des Gurtes hat auch der Walkwiderstand des Förderguts einen großen Anteil am Beiwert des Füllgrads.

Der Beiwert f_{Blt} gilt für Füllgrade des Gurtes im Bereich von $\varphi = 0.7 \dots 1.1$:	
Horizontal ansteigende und geringfügig abwärts fördernde Anlagen (motorischer Betrieb)	
Günstige Betriebsbedingungen • Zum Beispiel gute Ausrichtung, leichtlaufende Tragrollen und Fördergut mit geringer innerer Reibung, niedrige Geschwindigkeiten.	0.017
Normal (standardgemäß) ausgeführte und betriebene Anlagen	0.020
Ungünstige Betriebsbedingungen • Zum Beispiel staubiger Betrieb, niedrige Temperaturen, Fördergut mit großer innerer Reibung, Überladungen, hohe Geschwindigkeiten.	0.023 ... 0.027
Bei extrem niedrigen Temperaturen und sonst normal ausgeführten und betriebenen Anlagen	0.027 ... 0.035
Stark abwärts fördernde Anlagen (generatorischer Betrieb) • Ein kleinerer Wert f führt hier zu einer größeren Sicherheit bei der Auslegung. • Bei motorischem Betrieb wird dies durch einen größeren Wert f erreicht.	0.012 ... 0.016

Der Füllgrad ist das Verhältnis zwischen tatsächlich und theoretisch befüllter Fläche des Gurtes:

$$\varphi = \frac{A_{opr}}{A_{abt}}$$

[7-147] Gleichung 7: Füllgrad

$$F_{pln} = m_L \cdot g \cdot \sin\beta$$

[7-148] Gleichung 8: Hangabtriebskraft

Die Nebenkraft berücksichtigt Reibungs- und Trägheitswiderstände, die an verschiedenen Stellen des Gurtförderers entstehen:

$$F_{add} = (C - 1) \cdot F_{opr}$$

[7-149] Gleichung 9: Nebenkraft

- Die Nebenkraft (F_{add}) ergibt sich aus:
 - Trägheits- und Reibungswiderstände zwischen Fördergut und Gurt an der Aufgabenstelle
 - Reibungswiderstände zwischen Fördergut und seitlichen Schurren
 - Reibungswiderstände durch Gurtreiniger
 - Biege- und Biegezugwiderstände des Gurtes

Beiwert C der Nebenkraft

(die Beiwerte gelten für Füllgrade des Gurtes im Bereich von $\varphi = 0.7 \dots 1.1$)

l [m]	80	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	>2000
C	1.92	1.78	1.58	1.45	1.31	1.25	1.20	1.17	1.14	1.12	1.10	1.09	1.06	1.05

Erforderliches Drehmoment der Anwendung

$$M_{App} = M_{sds} + J_{sum} \cdot \alpha$$

[7-150] Gleichung 10: Drehmoment der Anwendung



Tipp!

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (68)

7.14.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
A_{opr}	Füllquerschnitt des Gurtes	m^2
A_{abt}	theoretischer Füllquerschnitt des Gurtes	m^2
C	Beiwert der Nebenkraft	
d	Durchmesser Antriebsrolle	mm
F_{add}	Nebenkraft	N
f_{Blt}	Beiwert des Füllgrades	
F_{opr}	Förderkraft	N
F_{pln}	Hangabtriebskraft	N
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
J	Trägheitsmoment Antriebsrolle	kgm^2
J_{aux}	Trägheitsmoment Stützrollen	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm^2
l	Förderlänge	m
m_L	Masse der Nutzlast	kg
m'_L	Streckenlast der Nutzlast	kg/m
m_{Blt}	Masse des Gurts	kg
m'_{Blt}	Streckenlast des Gurts	kg/m
m_{aux}	Masse der Stützrollen	kg
m'_{aux}	Streckenlast der Stützrollen	kg/m
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
Q	Fördermenge	kg/h
v	Geschwindigkeit des Gurts	m/s
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
β	Neigungswinkel	°

7.14.2 Daten für die Eingabe

7.14.2.1 Durchmesser Antriebsrolle

Parameter	Beschreibung
d	Außendurchmesser der Antriebsrolle

7.14.2.2 Länge Förderstrecke

Parameter	Beschreibung
l	Gesamte Förderlänge

7.14.2.3 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast Wert kann direkt eingegeben oder über die Streckenlast und Förderlänge berechnet werden.  Rechner "Masse Streckenlast (Fördertechnik)" (📖 479)

7.14.2.4 Masse Gurt

Parameter	Beschreibung
m_{Bl}	Masse des Gurtes Wert kann direkt eingegeben oder über die Streckenlast und Förderlänge berechnet werden.  Rechner "Masse Streckenlast (Fördertechnik)" (📖 479)

7.14.2.5 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel (Steigung) - Eingabe kann in Grad oder in Prozent erfolgen. - Der max. Neigungswinkel ist in erster Näherung: $\beta \geq \arctan(\mu)$ (Haftreibung zwischen Last und Bahn).

Anwendung mit Gefälle (Talfahrt)

Für den Neigungswinkel kann nur ein positiver Wert (Steigung) eingegeben werden. Eine Anwendung mit Gefälle können Sie jedoch auslegen, indem Sie eine negative Geschwindigkeit vorgeben. Wenn sich die Anwendung auf einer Steigung mit negativer Geschwindigkeit bewegt, fährt sie rückwärts.

Vorgehensweise:

- In das Eingabefeld **Neigungswinkel** den Wert des Gefälles eingeben.
- In das Eingabefeld **Geschwindigkeit** den Wert mit negativem Vorzeichen eingeben.

7.14.2.6 Beiwert Füllgrad

Parameter	Beschreibung
f_{Bl}	Beiwert des Füllgrades - Der Richtwert gilt für Füllgrade des Bandes von 0.7 ... 1.1. - Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ▶ Beiwert des Füllgrads (📖 154) ▶ Physikalische Beiwerte (📖 488)

 **Beiwert des Füllgrads bei Gurtförderern**

7.14.2.7 Beiwert Nebenkraft

Parameter	Beschreibung
C	Beiwert der Nebenkraft - Die Summe der Nebenwiderstände, wie Gurtbiegewiderstände, Reibwiderstände durch Schurren, Gurtreiniger, usw. werden durch den Beiwert berücksichtigt. - Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (📖 488)  Beiwert C der Nebenkraft

7.14.2.8 Masse Stützrollen

Parameter	Beschreibung
m_{aux}	Gesamte Masse der Stützrollen - Bei $\mu_{aux} = 0$ wird die Reibung durch die Umlenk- und Führungsrollen vernachlässigt, eine Masse braucht dann nicht eingetragen zu werden. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Masserechners berechnet werden.  Masserechner (📖 469)

**Hinweis!**

Die Masse der Stützrollen wird zur Berechnung der Reibungskräfte genutzt.

7.14.2.9 Trägheitsmoment Antriebsrolle

Parameter	Beschreibung
J	Trägheitsmoment der Antriebsrolle Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

**Hinweis!**

Berücksichtigen Sie bei der Berechnung der Massenträgheit, dass Stützrollen und Antriebsrolle unterschiedliche Durchmesser haben können!

► [Trägheitsmoment Stützrollen](#) (📖 159)

7.14.2.10 Trägheitsmoment Stützrollen

Parameter	Beschreibung
J_{aux}	Trägheitsmoment der Stützrollen Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)



Hinweis!

Berücksichtigen Sie bei der Berechnung der Massenträgheit, dass Stützrollen und Antriebsrolle unterschiedliche Durchmesser haben können!

▶ [Trägheitsmoment Antriebsrolle](#) (📖 158)

7.14.2.11 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Geschwindigkeit des Gurtes Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.15 Gleichlaufantrieb Einfachwalze

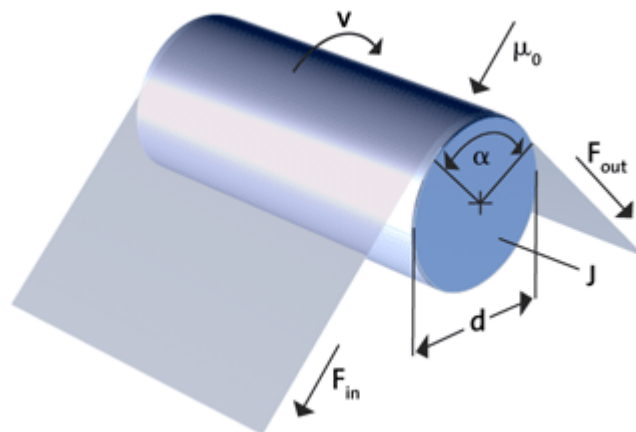
Gleichlaufantriebe sind am Produktionsprozess von Endlosmaterialien beteiligt das in hoher Geschwindigkeit produziert oder veredelt wird. Am Anfang und am Ende dieser Anlagen werden sie häufig mit Wickelantrieben kombiniert. Alternativ können auch Querschneider und Fliegende Sägen am Ende einer Produktionslinie das Material vereinzeln und damit den Übergang von einer kontinuierlichen in eine schnell getaktete Stückfertigung bilden. In Fertigungslinien sind die Gleichlaufantriebe die wichtigsten Antriebe, weil sie den Materialfluss und damit den Bearbeitungsprozess steuern.

Die einzelnen Walzen können dabei mit Einzelantrieben ausgerüstet und mechanisch gekoppelt sein. Neben Faktoren, die sich aus festen mechanischen Gegebenheiten ergeben, hängt das übertragbare Drehmoment wesentlich vom Haftreibungskoeffizienten zwischen der Material- und der Walzenoberfläche ab. In Einsatzfällen, in denen dieser sich z. B. aufgrund von Verschmutzung stark verringern kann, sind entsprechende Maßnahmen wie eine Antischlupfregelung in der Regelungsstruktur vorzusehen, um einen Schlupf zwischen Walzenumfangsgeschwindigkeit und Materialbahn zu verhindern.

Um hohe Zugkräfte in die Materialbahn einkoppeln zu können, werden in der Regel Walzenanordnungen mit großen Umschlingungswinkeln in Form von S- oder Omega-Walzen ausgeführt.

Anwendungsbeispiele

- Herstellen, Veredeln von Papier- oder Folienbahnen
- Herstellen und Veredeln von Textilbahnen
- Walzen von Brammen, Grobblech
- Walzen, Glühen und Veredeln von Metallblechen
- Drahtziehmaschinen
- Bedrucken von Papier- oder Folienbahnen, Textilien



7.15.1 Berechnungen

Für einen Gleichlaufantrieb Einfachwalze gemäß der Skizze gilt:

Bedingungen

Das Kräfteverhältnis muss immer kleiner sein als die Haftreibung, um ein Durchrutschen zu verhindern, wobei die Kräfte F_{in} und F_{out} nicht negativ werden dürfen. Der Sicherheitsbeiwert S sorgt für eine Sicherheitsreserve, die der Anwendung individuell angepasst werden kann. Bei der Anwendung kann sowohl ein motorisches als auch ein generatorisches Drehmoment auftreten.

Für eine sichere Kraftübertragung von der Antriebswalze auf das Material müssen folgende Bedingungen erfüllt sein. Andernfalls gibt der DSD eine Meldung aus.

Bei motorischem Drehmoment ($F_{in} > F_{out}$):	Bei generatorischem Drehmoment ($F_{in} < F_{out}$):
$\frac{ F_{in} }{ F_{out} } < e^{\mu_0 \cdot \alpha} \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right)$	$\frac{ F_{out} }{ F_{in} } < e^{\mu_0 \cdot \alpha} \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right)$

[7-151] Gleichung 1: Kräfteverhältnis

Stationäres Drehmoment

Unter den zuvor genannten Bedingungen wird das stationäre Drehmoment der Walze wie folgt berechnet:

$$M_{sds} = \frac{(F_{in} - F_{out}) \cdot d}{1000 \cdot 2}$$

[7-152] Gleichung 2: stationäres Drehmoment

Reibungsmoment

Um die Reibung zu berücksichtigen, wird üblicherweise ein Anlagenwirkungsgrad η angegeben. Da das Reibungsmoment ein konstant anliegendes Drehmoment ist, wird mit Hilfe des Wirkungsgrades und des max. stationären Drehmoments ein Reibungsmoment M_{μ} berechnet, welches dann als konstantes Drehmoment berücksichtigt wird.

- Die Richtung des Reibungsmoments ist immer entgegen der Bewegungsrichtung und wird mathematisch durch den Bruch $v/|v|$ ausgedrückt.

$$M_{\mu} = \left(\frac{1}{\eta_{Brg}} - 1\right) \cdot \max(|M_{sds}|) \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-153] Gleichung 3: Reibungsmoment

Trägheitsmoment

Das gesamte Trägheitsmoment setzt sich aus den Trägheitsmomenten der einzelnen Komponenten zusammen:

$$J_{sum} = J + J_L$$

[7-154] Gleichung 4: gesamtes Trägheitsmoment

Drehmoment der Anwendung

$$M_{\text{App}} = M_{\text{sds}} + M_{\mu} + J_{\text{sum}} \cdot \alpha$$

[7-155] Gleichung 5: Drehmoment der Anwendung

**Tipp!**

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (📖 68)

7.15.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
d	Durchmesser Antriebswalze	mm
F _{in}	Zugkraft am Einlauf (nur positive Zugkräfte möglich)	N
F _{out}	Zugkraft am Auslauf (nur positive Zugkräfte möglich)	N
J	Trägheitsmoment der Antriebswalze	kgm ²
J _L	Trägheitsmoment der wirksamen Masse des zu transportierenden Materials	kgm ²
J _{sum}	gesamtes Trägheitsmoment (Walzen/Material)	kgm ²
S	Sicherheitsbeiwert für die Haftreibung	%
M _{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
M _μ	Reibungsmoment	Nm
M _{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
v	Geschwindigkeit des Materials	m/min
α	Umschlingungswinkel	°
η _{Brg}	mechanischer Wirkungsgrad der Walzenlagerung	
μ ₀	Haftreibungskoeffizient der Walzenoberfläche	

7.15.2 Daten für die Eingabe

7.15.2.1 Durchmesser Walze

Parameter	Beschreibung
d	Außendurchmesser der Antriebswalze

7.15.2.2 Zugkraft Einlauf

Parameter	Beschreibung
F_{in}	Zugkraft der Materialbahn am Einlauf der Walze, d. h. das Material läuft auf die Walze zu. - Nur positive Werte möglich. - Die Kraftdifferenz zwischen Ein- und Auslauf muss der Antrieb aufbringen.

Mögliche Meldungen	
	▶ Verhältnis der Zugkräfte $F_{in}/F_{out} > \text{Grenzwert}$ (📖 506) ▶ Verhältnis der Zugkräfte $F_{out}/F_{in} > \text{Grenzwert}$ (📖 506)

7.15.2.3 Zugkraft Auslauf

Parameter	Beschreibung
F_{out}	Zugkraft der Materialbahn am Auslauf der Walze, d. h. das Material läuft von der Walze weg. - Nur positive Werte möglich. - Die Kraftdifferenz zwischen Ein- und Auslauf muss der Antrieb aufbringen.

Mögliche Meldungen	
	▶ Verhältnis der Zugkräfte $F_{in}/F_{out} > \text{Grenzwert}$ (📖 506) ▶ Verhältnis der Zugkräfte $F_{out}/F_{in} > \text{Grenzwert}$ (📖 506)

7.15.2.4 Wirkungsgrad Walzenmechanik

Parameter	Beschreibung
η_{Brg}	Wirkungsgrad Berücksichtigt die Gesamtverluste der Mechanik, die z. B. durch Reibung der Materialbahn auf der Walze oder diskreten Verzahnungen an den Walzen entstehen.

7.15.2.5 Trägheitsmoment Walzen/Material

Parameter	Beschreibung
J	Trägheitsmoment der Antriebswalze, des zu transportierenden Materials (sofern es relevant ist), usw. - Das Trägheitsmoment hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.15.2.6 Haftreibungskoeffizient Walzenoberfläche

Parameter	Beschreibung
μ_0	Haftreibungskoeffizient - Die Kraftübertragung zwischen Walze und Materialbahn erfolgt über Reibung. Der Haftreibungskoeffizient gibt an, wie groß die zu übertragene Kraft im Verhältnis zur Normalkraft auf der Walze sein kann. - Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (□ 488)  Haftreibung

Mögliche Meldungen	
	► Verhältnis der Zugkräfte $F_{in}/F_{out} > \text{Grenzwert}$ (□ 506) ► Verhältnis der Zugkräfte $F_{out}/F_{in} > \text{Grenzwert}$ (□ 506)

7.15.2.7 Umschlingungswinkel

Parameter	Beschreibung
α	Umschlingungswinkel - Die Kraftübertragung zwischen Antriebswalze und Materialbahn erfolgt über Reibung. - Je größer der Umschlingungswinkel, umso größer ist die Normalkraft auf die Antriebswalze und somit die zu übertragende Kraft auf die Materialbahn.

Mögliche Meldungen	
	► Verhältnis der Zugkräfte $F_{in}/F_{out} > \text{Grenzwert}$ (□ 506) ► Verhältnis der Zugkräfte $F_{out}/F_{in} > \text{Grenzwert}$ (□ 506)

7.15.2.8 Sicherheitsbeiwert Haftreibung

Parameter	Beschreibung
S	Sicherheitsbeiwert Die Differenzkraft muss immer kleiner sein als die Haftreibung, um ein Durchrutschen zu verhindern. Der Sicherheitsbeiwert S sorgt für eine Sicherheitsreserve, die der Anwendung individuell angepasst werden kann.

Bedingungen

Für eine sichere Kraftübertragung von der Antriebswalze auf das Material müssen folgende Bedingungen erfüllt sein. Andernfalls erfolgt eine Warnung.

- Bei motorischem Drehmoment, d. h. $F_{in} > F_{out}$:

$$\frac{|F_{in}|}{|F_{out}|} < e^{\mu_0 \cdot \alpha} \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right)$$

- Bei generatorischem Drehmoment, d. h. $F_{in} < F_{out}$:

$$\frac{|F_{out}|}{|F_{in}|} < e^{\mu_0 \cdot \alpha} \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right)$$

Mögliche Meldungen



- ▶ Verhältnis der Zugkräfte $F_{in}/F_{out} > \text{Grenzwert}$ ([↗ 506](#))
- ▶ Verhältnis der Zugkräfte $F_{out}/F_{in} > \text{Grenzwert}$ ([↗ 506](#))

7.15.2.9 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Geschwindigkeit der Materialbahn Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.16 Gleichlaufantrieb Quetschwalzen

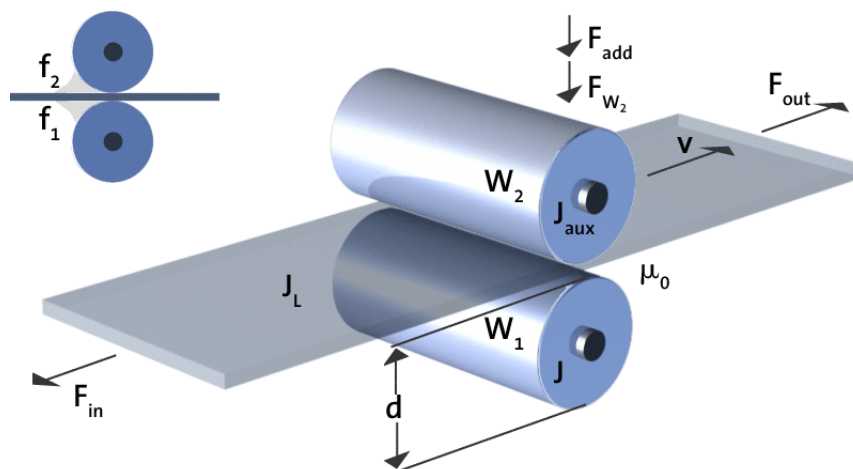
Gleichlaufantriebe sind am Produktionsprozess von Endlosmaterialien beteiligt das in hoher Geschwindigkeit produziert oder veredelt wird. Am Anfang und am Ende dieser Anlagen werden sie häufig mit Wickelantrieben kombiniert. Alternativ können auch Querschneider und Fliegende Sägen am Ende einer Produktionslinie das Material vereinzeln und damit den Übergang von einer kontinuierlichen in eine schnell getaktete Stückfertigung bilden. In Fertigungslinien sind die Gleichlaufantriebe die wichtigsten Antriebe, weil sie den Materialfluss und damit den Bearbeitungsprozess steuern.

Ein Gleichlaufantrieb mit Quetschwalzen besteht aus einer oberen Walze (W_2) und unteren Walze (W_1). Der Antrieb erfolgt ausschließlich über die untere Walze (W_1).

Die Materialführung kann der folgenden Skizze entnommen werden. Da die Walzen eine unterschiedliche Oberfläche aufweisen können, muss dies in den unterschiedlichen Hebelarmen der Rollreibung (f_1 und f_2) berücksichtigt werden.

Anwendungsbeispiele

- Herstellen, Veredeln von Papier- oder Folienbahnen
- Herstellen und Veredeln von Textilbahnen
- Walzen von Brammen, Grobblech
- Walzen, Glühen und Veredeln von Metallblechen
- Drahtziehmaschinen
- Bedrucken von Papier- oder Folienbahnen, Textilien



7.16.1 Berechnungen

Für einen Gleichlaufantrieb mit Quetschwalzen gemäß der Skizze gilt:

Bedingungen

Die Differenzkraft muss immer kleiner sein als die Haftreibung, um ein Durchrutschen zu verhindern. Der Beiwert S sorgt für eine Sicherheitsreserve, die der Anwendung individuell angepasst werden kann.

Für eine sichere Kraftübertragung von der Antriebswalze auf das Material muss folgende Bedingung erfüllt sein. Andernfalls erfolgt eine Warnung.

$$|F_{in} - F_{out}| < F \cdot \mu_0 \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right)$$

[7-156] Gleichung 1: Differenzkraft

Anpresskraft

Die untere Walze W_1 ist starr befestigt. Die obere Walze W_2 wird mit der Anpresskraft F gegen Walze W_1 gepresst. Die Anpresskraft F setzt sich zusammen aus der Gewichtskraft F_{W2} und einer zusätzlich wirkenden Kraft F_{add} (z. B. durch einen Pneumatikzylinder).

Der Anteil der Gewichtskraft F_{W2} ist abhängig von der Einbaulage (Neigungswinkel β) des Walzenpaares W_1, W_2 , bezogen auf die Vertikale.

$$\begin{aligned} F &= F_{W2} + F_{add} \\ F &= m_{W2} \cdot g \cdot \cos \beta + F_{add} \end{aligned}$$

[7-157] Gleichung 2: Anpresskraft

Stationäres Drehmoment

Das stationäre Drehmoment für die untere Walze W_1 (Antriebswalze) wird wie folgt berechnet:

$$M_{sds} = (f_1 + f_2) \cdot \frac{F}{1000} \cdot \frac{v}{|v|} + (F_{in} - F_{out}) \cdot \frac{d}{1000 \cdot 2}$$

[7-158] Gleichung 3: stationäres Drehmoment

Reibungsmoment

Die Reibung der Walzenlager wird üblicherweise durch den Wirkungsgrad η_{Brg} angegeben. Da das Reibungsmoment ein konstant anliegendes Drehmoment ist, wird mit Hilfe des Wirkungsgrades und des maximalen stationären Drehmoments ein Reibungsmoment M_μ berechnet, das als konstantes Drehmoment berücksichtigt wird.

- Die Richtung des Reibungsmomentes ist immer entgegen der Bewegungsrichtung und wird mathematisch durch den Bruch $v/|v|$ ausgedrückt.

$$M_\mu = \left(\frac{1}{\eta_{Brg}} - 1\right) \cdot \max(|M_{sds}|) \cdot \frac{v}{|v|}$$

[7-159] Gleichung 4: Reibungsmoment

Trägheitsmoment

Das gesamte Trägheitsmoment setzt sich aus den Trägheitsmomenten der einzelnen Komponenten zusammen:

$$J_{\text{sum}} = J + J_{\text{aux}} + J_L$$

[7-160] Gleichung 5: gesamtes Trägheitsmoment

Drehmoment der Anwendung

$$M_{\text{App}} = M_{\text{sds}} + M_{\mu} + J_{\text{sum}} \cdot \alpha$$

[7-161] Gleichung 6: Drehmoment der Anwendung

**Tipp!**

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (68)

7.16.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
d	Durchmesser Walze 1 (Antriebswalze)	mm
F_{in}	Zugkraft am Einlauf (nur positive Zugkräfte möglich)	N
F_{out}	Zugkraft am Auslauf (nur positive Zugkräfte möglich)	N
F	Anpresskraft	N
F_{W2}	Gewichtskraft Walze 2	N
F_{add}	zusätzlich wirkende Kraft auf Walze 2	N
m_{W2}	Masse Walze 2	N
g	Gravitationskonstante	9.81 m/s ²
s	Sicherheitsfaktor Haftreibung	%
f_1	Hebelarm der Rollreibung Walze 1	
f_2	Hebelarm der Rollreibung Walze 2	
J	Trägheitsmoment der unteren Walze (Antriebswalze)	kgm ²
J_{aux}	Trägheitsmoment der oberen Walze	kgm ²
J_L	Trägheitsmoment der wirksamen Masse des zu transportierenden Materials	kgm ²
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm ²
S	Sicherheitsbeiwert für die Haftreibung	%
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{μ}	Reibungsmoment	Nm
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
v	Geschwindigkeit der Materialbahn	m/min
α	Winkelbeschleunigung	rad/s ²
β	vertikale Einbaulage (Neigungswinkel) des Walzenpaares W_1, W_2 , bezogen auf die Vertikale	°
η_{Brg}	mechanischer Wirkungsgrad der Walzenlagerung W_1, W_2	
μ_0	Haftreibungskoeffizient der Walzenoberfläche	

7.16.2 Daten für die Eingabe

7.16.2.1 Durchmesser Walze

Parameter	Beschreibung
d	Außendurchmesser der Antriebswalze

7.16.2.2 Zugkraft Einlauf

Parameter	Beschreibung
F_{in}	Zugkraft der Materialbahn am Einlauf der Walzen, d. h. das Material läuft auf die Walzen zu. - Nur positive Werte möglich. - Die Kraftdifferenz zwischen Ein- und Auslauf muss der Antrieb aufbringen.

Mögliche Meldungen	
	► Differenz der Zugkräfte $F_{in} - F_{out} > \text{Grenzwert}$ (📘 506)

7.16.2.3 Zugkraft Auslauf

Parameter	Beschreibung
F_{out}	Zugkraft der Materialbahn am Auslauf der Walzen, d. h. das Material läuft von den Walzen weg. - Nur positive Werte möglich. - Die Kraftdifferenz zwischen Ein- und Auslauf muss der Antrieb aufbringen.

Mögliche Meldungen	
	► Differenz der Zugkräfte $F_{in} - F_{out} > \text{Grenzwert}$ (📘 506)

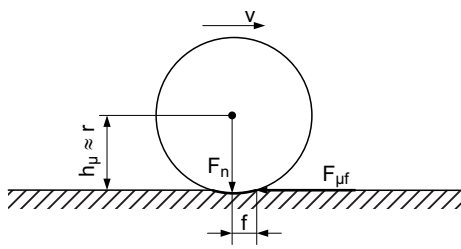
7.16.2.4 Anpresskraft Walze

Parameter	Beschreibung
F	Anpresskraft der Walze - Die Kraftübertragung zwischen der Antriebswalze und der Materialbahn erfolgt durch Reibung. Diese ist abhängig von der Haftreibungszahl und der Anpresskraft der Walzen. - Die Anpresskraft wird entweder durch die Gewichtskraft der oberen Walze, durch Federkraft, Hydraulik oder Pneumatik oder durch eine Kombination derer aufgebracht.

Mögliche Meldungen	
	► Differenz der Zugkräfte $F_{in} - F_{out} > \text{Grenzwert}$ (📘 506)

7.16.2.5 Hebelarm Rollreibung untere Walze

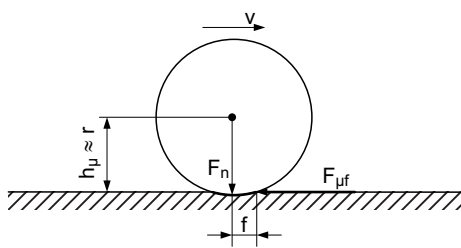
Parameter	Beschreibung
f_1	Hebelarm der Rollreibung untere Walze • Dient zur Berechnung des Rollwiderstands der Walzen bezüglich der Materialbahn. • Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (📖 488)  Hebelarm der Rollreibung

	
f	Hebelarm der Rollreibung
$F_{\mu f}$	Rollreibung (Betrag)
F_n	Anpresskraft der Walze
v	Geschwindigkeit

[7-162] Prinzip der Rollreibung

7.16.2.6 Hebelarm Rollreibung obere Walze

Parameter	Beschreibung
f_2	Hebelarm der Rollreibung obere Walze • Dient zur Berechnung des Rollwiderstands der Walzen bezüglich der Materialbahn. • Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (📖 488)  Hebelarm der Rollreibung

	
f	Hebelarm der Rollreibung
$F_{\mu f}$	Rollreibung (Betrag)
F_n	Anpresskraft der Walze
v	Geschwindigkeit

[7-163] Prinzip der Rollreibung

7.16.2.7 Wirkungsgrad Walzenmechanik

Parameter	Beschreibung
η_{Brg}	Wirkungsgrad Berücksichtigt die Gesamtverluste der Mechanik, die z. B. durch Reibung der Materialbahn auf der Walze, diskrete Verzahnungen an den Walzen, usw. entstehen.

7.16.2.8 Trägheitsmoment Walzen/Material

Parameter	Beschreibung
J	Trägheitsmoment der Antriebswalze, des zu transportierenden Materials (sofern es relevant ist), usw. - Das Trägheitsmoment hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📘 471)

7.16.2.9 Haftreibungskoeffizient Walzenoberfläche

Parameter	Beschreibung
μ_0	Haftreibungskoeffizient - Die Kraftübertragung zwischen Walze und Materialbahn erfolgt über Reibung. Die Haftreibungszahl gibt an, wie groß die zu übertragene Kraft im Verhältnis zur Normalkraft auf der Walze sein kann. - Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ▶ Physikalische Beiwerte (📘 488)  Haftreibung

Mögliche Meldungen	
	▶ Differenz der Zugkräfte $F_{in} - F_{out} > \text{Grenzwert}$ (📘 506)

7.16.2.10 Sicherheitsbeiwert Haftreibung

Parameter	Beschreibung
S	Sicherheitsbeiwert • Die Differenzkraft $ F_{in} - F_{out} $ muss immer kleiner sein als die Haftreibung, um ein Durchrutschen zu verhindern. Der Beiwert S sorgt für eine Sicherheitsreserve, die der Anwendung individuell angepasst werden kann.

Bedingungen

Für eine sichere Kraftübertragung von der Antriebswalze auf das Material muss folgende Bedingung erfüllt sein. Andernfalls erfolgt eine Warnung.

$$|F_{in} - F_{out}| < F \cdot \mu_0 \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right)$$

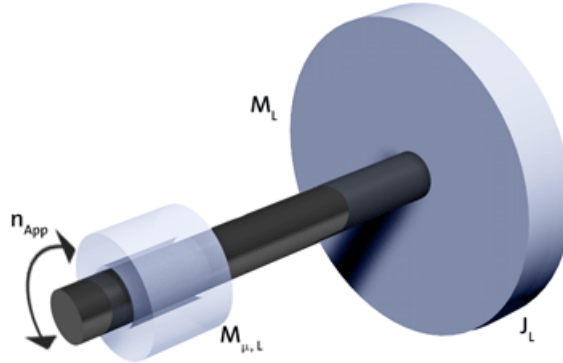
Mögliche Meldungen	
	Differenz der Zugkräfte $F_{in} - F_{out} > \text{Grenzwert}$ (📖 506)

7.16.2.11 Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v	Geschwindigkeit der Materialbahn • Wert wird im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> eingegeben.

7.17 Allgemeiner rotatorischer Antrieb

Der allgemeine rotatorische Antrieb ist die grundlegende und die klassische Form eines Antriebssystems. Die wesentlichen Berechnungen liegen hierbei in der Bestimmung der Massenträgheit.



7.17.1 Berechnungen

Für einen allgemeinen rotatorischen Antrieb gemäß der Skizze gilt:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{App}}{60}$$

[7-164] Gleichung 1: Winkelgeschwindigkeit der Anwendung

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

[7-165] Gleichung 2: Winkelbeschleunigung der Anwendung

Dynamisches Drehmoment der Anwendung

$$M_{dyn} = J_L \cdot \alpha$$

[7-166] Gleichung 3: dynamisches Drehmoment der Anwendung

Gesamtes Drehmoment der Anwendung

Das gesamte Drehmoment ergibt sich durch die Addition des dynamischen und des stationären Anteils. Das stationäre Drehmoment kann z. B. ein Reibungsmoment sein.

$$M_{App} = M_{dyn} + M_{\mu, L} \cdot \frac{\omega}{|\omega|} + M_{vs}$$

[7-167] Gleichung 4: gesamtes Drehmoment der Anwendung

Erforderliche Leistung der Anwendung

$$P_{App} = M_{App} \cdot \omega = M_{App} \cdot n_{App} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60}$$

[7-168] Gleichung 5: erforderliche Leistung der Anwendung

7.17.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
J_L	Trägheitsmoment der Last	kgm^2
M_{dyn}	dynamisches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{App}	gesamtes Drehmoment der Anwendung	Nm
$M_{\mu,L}$	Reibungsmoment der Last	Nm
M_{vs}	Gegenmoment der Anwendung	Nm
n_{App}	Drehzahl der Anwendung	1/min
P_{App}	Leistung der Anwendung	W
α	Winkelbeschleunigung der Anwendung	rad/s^2
ω	Winkelgeschwindigkeit der Anwendung	rad/s

7.17.2 Daten für die Eingabe

7.17.2.1 Trägheitsmoment Last

Parameter	Beschreibung
J_L	Trägheitsmoment der Last • Hat Einfluss auf das dynamische Drehmoment! • Wert kann direkt eingegeben oder mittels Trägheitsrechner berechnet werden.  Trägheitsrechner (471)

7.17.2.2 Reibungsmoment Last

Parameter	Beschreibung
$M_{\mu,L}$	Reibungsmoment, das der Bewegungsrichtung entgegenwirkt.

7.18 Drehtischantrieb

Ein Drehtischantrieb wird häufig zum Positionieren in Abfüll- und Verpackungsmaschinen verwendet. Der Tisch ist horizontal angeordnet, die Nutzlasten sind symmetrisch verteilt.

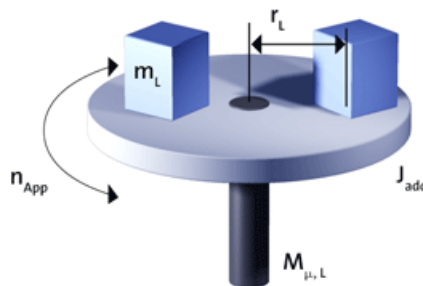
Die Mechanik legt in hohem Maße die erreichbaren Geschwindigkeiten und damit die Dynamik des Positioniervorgangs sowie die Wiederholgenauigkeit und damit die Güte der Positionierung fest.

Eigenschaften eines Drehtischantriebs

- Bei einem Drehtischantrieb muss eine Massenträgheit rotativ beschleunigt und wieder gebremst werden.
- Reibungsmomente müssen überwunden werden, die ihre Ursache in der Lagerreibung und im Bearbeitungsvorgang haben können.

Anforderungen an ein Antriebssystem zum Positionieren

- Hohe Dynamik, um kurze Positionierzeiten zu erreichen,
- Gute Genauigkeit entsprechend der Anwendung
- Hohe Zuverlässigkeit



7.18.1 Berechnungen

Für einen Drehtischantrieb gemäß der Skizze gilt:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{App}}{60}$$

[7-169] Gleichung 1: Winkelgeschwindigkeit der Anwendung

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

[7-170] Gleichung 2: Winkelbeschleunigung der Anwendung

Trägheitsmoment

Bei der Berechnung des Trägheitsmoments werden keine exzentrischen Massen berücksichtigt.

$$J_{sum} = J_{add} + m_L \cdot r_L^2$$

[7-171] Gleichung 2: Trägheitsmoment

Dynamisches Drehmoment der Anwendung

$$M_{\text{dyn}} = J_{\text{sum}} \cdot \alpha$$

[7-172] Gleichung 3: dynamisches Drehmoment der Anwendung

Gesamtes Drehmoment der Anwendung

$$M_{\text{App}} = M_{\text{dyn}} + M_{\mu, L} \cdot \frac{\omega}{|\omega|}$$

[7-173] Gleichung 4: gesamtes Drehmoment der Anwendung

Eine Betrachtung des Neigungswinkels beim stationären Drehmoment wird zur Zeit noch nicht berücksichtigt. Dazu muss das Drehmoment für jede Winkellage bestimmt werden.

Erforderliche Leistung der Anwendung

$$P_{\text{App}} = M_{\text{App}} \cdot n_{\text{App}} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60}$$

[7-174] Gleichung 5: erforderliche Leistung der Anwendung

**Tipp!**

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (68)

7.18.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
J_{add}	Trägheitsmoment des Drehtisches	kgm^2
J_{sum}	gesamtes Trägheitsmoment	kgm^2
m_L	Masse der Nutzlast	kg
M_{dyn}	dynamisches Drehmoment der Anwendung	Nm
M_{App}	erforderliches Drehmoment der Anwendung	Nm
$M_{\mu, L}$	Reibungsmoment der Last	Nm
n_{App}	Drehzahl der Anwendung	1/min
P_{App}	Leistung der Anwendung	W
r_L	Bewegungsradius der Nutzlast	m
α	Winkelbeschleunigung der Anwendung	rad/s^2
ω	Winkelgeschwindigkeit der Anwendung	rad/s

7.18.2 Daten für die Eingabe

7.18.2.1 Radius Nutzlast

Parameter	Beschreibung
r_L	Bewegungsradius der Nutzlast • Strecke vom Drehpunkt des Tisches bis zum Auflagepunkt der Nutzlast. • Dieser Radius ist für den Trägheitsanteil der Nutzlast relevant. Für die Berechnung muss man sich die Nutzlast als Punktmasse vorstellen. Die Masse der Nutzlast wird bei der Erstellung des Bewegungsprofils eingegeben.

7.18.2.2 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Das zusätzliche Trägheitsmoment kann z. B. der Tisch oder eine zusätzliche Welle sein. • Der Trägheitsanteil durch die Masse der Nutzlast wird durch die Erstellung des Bewegungsprofils separat berechnet. • Wert kann direkt eingegeben oder mittels Trägheitsrechner berechnet werden.  Trägheitsrechner (471)

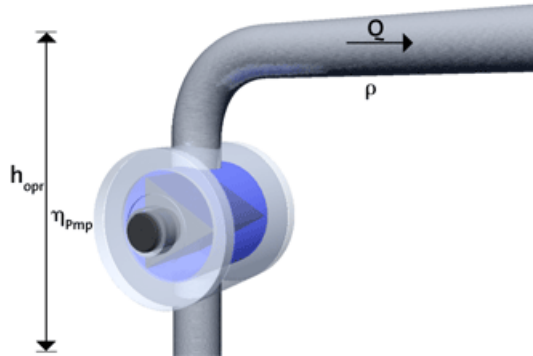
7.18.2.3 Reibungsmoment Last

Parameter	Beschreibung
$M_{\mu,L}$	Reibungsmoment, das der Bewegungsrichtung entgegenwirkt.

7.19 Pumpe

Pumpen haben die Aufgabe, ein Medium mit einer bestimmten Dichte gegen einen stationären Druck in Bewegung zu setzen. Die Leistung (P), die hierzu hydraulisch aufgebracht werden muss, kann mit Hilfe der Durchflussmenge (Q) berechnet werden.

- Die erforderlichen Daten (Wirkungsgrad, Bemessungsdrehzahl) der Pumpe entnehmen Sie dem Datenblatt des Herstellers der Pumpe.



7.19.1 Berechnungen

Für eine Pumpe gemäß der Skizze gilt:

$$P_{pmp} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot h_{opr}}{\eta_{pmp} \cdot 3600}$$

[7-175] Gleichung 1: Leistung der Pumpe

$$\omega_{N,pmp} = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot n_{N,pmp}$$

[7-176] Gleichung 2: Winkelgeschwindigkeit bei Bemessungsdrehzahl der Pumpe

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{App}}{60}$$

[7-177] Gleichung 3: Winkelgeschwindigkeit der Anwendung

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

[7-178] Gleichung 4: Winkelbeschleunigung der Anwendung

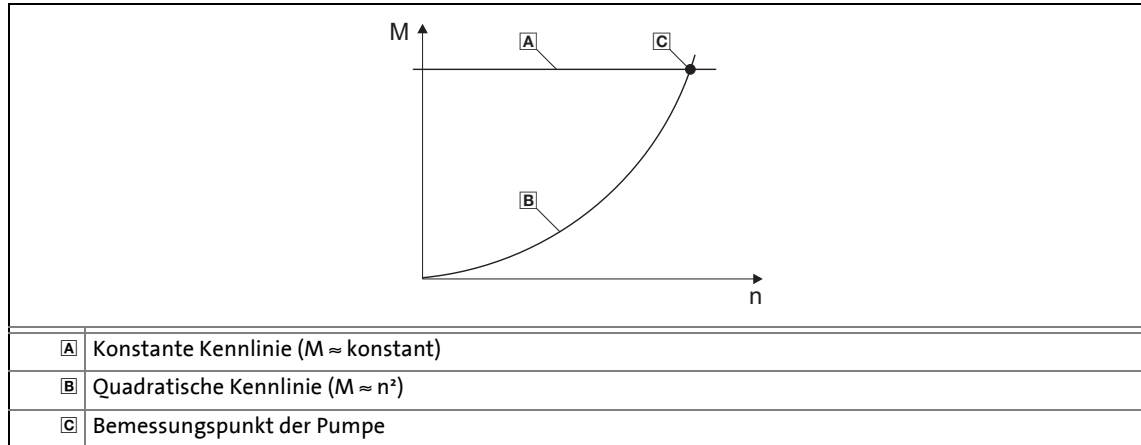
Bemessungsdrehmoment der Pumpe

$$M_{N,pmp} = \frac{P_{pmp} \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n_{N,pmp}}$$

[7-179] Gleichung 5: Bemessungsdrehmoment der Pumpe

Erforderliches Drehmoment der Pumpe

Aus den eingegebenen Daten und der gewählten Lastkennlinie errechnet der DSD das erforderliche Drehmoment.



[7-180] Lastkennlinien der Pumpe

Berechnung des erforderlichen Drehmoments bei quadratischer Lastkennlinie ($M \approx n^2$):

$$M_{th,App} = M_{N,Pmp} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{N,Pmp}} \right)^2 + J_{add} \cdot \alpha$$

[7-181] Gleichung 6: erforderliches Drehmoment bei quadratischer Lastkennlinie

Berechnung des erforderlichen Drehmoments bei konstanter Lastkennlinie ($M \approx \text{konstant}$):

$$M_{th,App} = M_{Pmp,N} + (J_{add} \cdot \alpha)$$

[7-182] Gleichung 7: erforderliches Drehmoment bei konstanter Lastkennlinie



Tipp!

- Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". ([📖 68](#))
- Mit dem Hilfsrechner "Energieeffizienz Ventilator/Pumpe" ist ein Vergleich des Energiebedarfs bei einem umrichterregelmäßig und einem mechanisch geregelten System möglich.

7.19.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
g	Erdbeschleunigung ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
Q	Förderstrom	m^3/h
h_{opr}	Förderhöhe	m
J_{add}	zusätzliches Trägheitsmoment	kgm^2
$M_{\text{th,App}}$	erforderliches Drehmoment der Anwendung (mit Verluste)	Nm
$M_{\text{N,Pmp}}$	Bemessungsdrehmoment der Pumpe	Nm
n_{App}	Drehzahl der Anwendung	$1/\text{min}$
$n_{\text{N,Pmp}}$	Bemessungsdrehzahl der Pumpe	$1/\text{min}$
P_{Pmp}	Leistung der Pumpe	kW
η_{Pmp}	Wirkungsgrad der Pumpe	
ρ	Spezifische Dichte des Fördermediums	kg/dm^3
α	Winkelbeschleunigung der Anwendung	rad/s^2
ω	Winkelgeschwindigkeit der Anwendung	rad/s
$\omega_{\text{N,Pmp}}$	Winkelgeschwindigkeit bei Bemessungsdrehzahl der Pumpe	rad/s

7.19.2 Daten für die Eingabe

7.19.2.1 Förderstrom

Parameter	Beschreibung
Q	Volumen des zu fördernden Mediums pro Zeiteinheit

7.19.2.2 Förderhöhe

Parameter	Beschreibung
h_{opr}	Förderhöhe

7.19.2.3 Dichte Medium

Parameter	Beschreibung
ρ	Spezifische Dichte des zu fördernden Mediums Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (📖 488)  Dichte flüssige Stoffe

7.19.2.4 Wirkungsgrad Pumpe

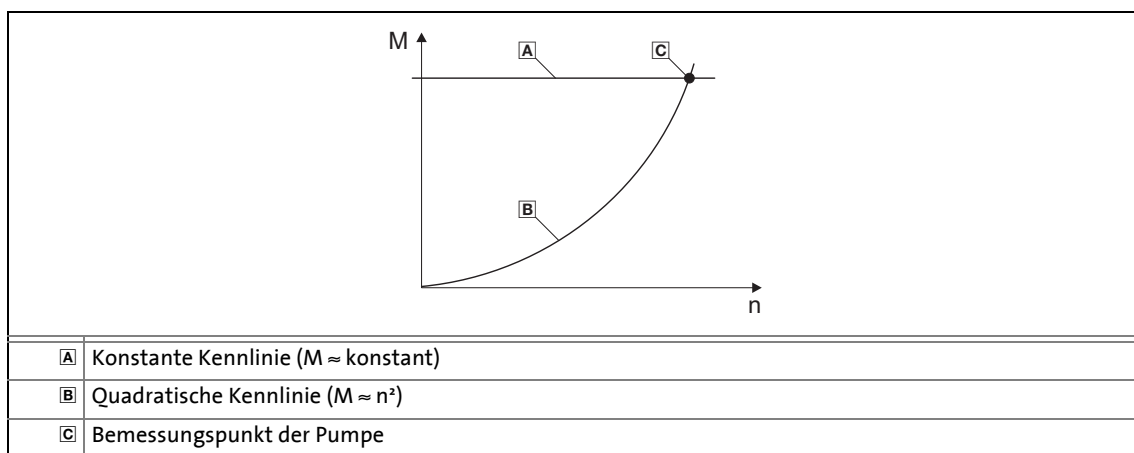
Parameter	Beschreibung
η_{Pmp}	Wirkungsgrad der Pumpe (Datenblatt der Pumpe)

7.19.2.5 Bemessungsdrehzahl Pumpe

Parameter	Beschreibung
$n_{N,pmp}$	Bemessungsdrehzahl der Pumpe (siehe Datenblatt der Pumpe)

7.19.2.6 Lastkennlinie Pumpe

Parameter	Beschreibung
$M(n)$	Auswahl der Lastkennlinie der Pumpe Kreiselpumpen (Strömungsprinzip) haben im Allgemeinen eine quadratische, Kolbenpumpen (Verdrängungsprinzip) eine konstante Lastkennlinie.



[7-183] Lastkennlinien der Pumpe



Hinweis!

Verwenden Sie Frequenzumrichter 8400 in der Betriebsart "VFC plus eco".

- Der energieoptimierte und sensorlose Betrieb sowie ein Motormanagement mit bedarfsorientierter Motorerregung sind sehr gut geeignet für Pumpen mit quadratischer Lastkennlinie.

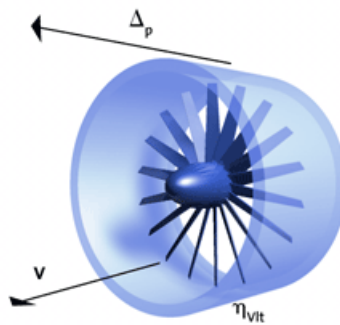
7.19.2.7 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Trägheitsmoment des Laufrades der Pumpe. - Das Trägheitsmoment ist im Allgemeinen vernachlässigbar. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels Trägheitsrechner berechnet werden. Trägheitsrechner (471)

7.20 Ventilator

Ventilatoren haben die Aufgabe, ein Medium mit einer bestimmten Dichte gegen einen stationären Druck in Bewegung zu setzen. Die Leistung (P), die hierzu pneumatisch aufgebracht werden muss, kann mit Hilfe des Differenzdrucks (Δp) und des Volumenstroms (Q) berechnet werden.

- Die erforderlichen Daten (Wirkungsgrad, Bemessungsdrehzahl) des Ventilators entnehmen Sie dem Datenblatt des Herstellers des Ventilators.



Hinweis!

Bei Veränderung der Gastemperatur ändert sich der Drehmomentbedarf der Anwendung. Dies ist in der Sicherheitsreserve zu berücksichtigen!

Aufgrund der quadratischen Lastkennlinie ist die Auslegung besonders im Hinblick auf Netzunterspannung zu prüfen! Hierbei sind auch Spannungsabfälle an EMV-Komponenten und am Umrichter zu berücksichtigen!

7.20.1 Berechnungen

Für einen Ventilator gemäß der Skizze gilt:

$$P_{vlt} = \frac{Q \cdot \Delta p}{\eta_{vlt} \cdot 1000}$$

[7-184] Gleichung 1: Leistung des Ventilators

$$\omega_{N,vlt} = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot n_{N,vlt}$$

[7-185] Gleichung 2: Winkelgeschwindigkeit bei Bemessungsdrehzahl des Ventilators

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{App}}{60}$$

[7-186] Gleichung 3: Winkelgeschwindigkeit der Anwendung

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

[7-187] Gleichung 4: Winkelbeschleunigung der Anwendung

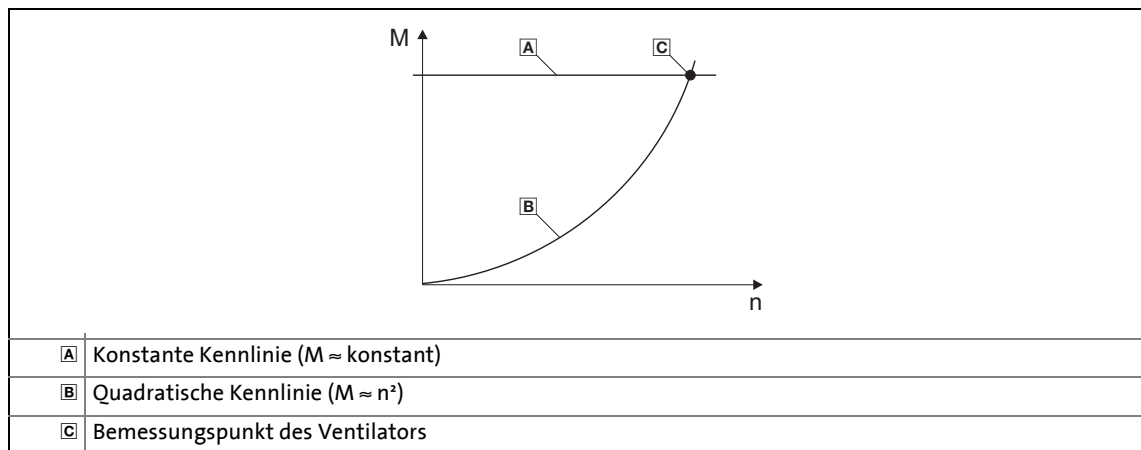
Bemessungsdrehmoment des Ventilators

$$M_{N,Vlt} = \frac{P_{Vlt} \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n_{N,Vlt}}$$

[7-188] Gleichung 5: Bemessungsdrehmoment des Ventilators

Erforderliches Drehmoment des Ventilators

Aus den eingegebenen Daten und der gewählten Lastkennlinie errechnet der DSD das erforderliche Drehmoment.



[7-189] Lastkennlinien des Ventilators

Berechnung des erforderlichen Drehmoments bei quadratischer Lastkennlinie ($M \approx n^2$):

$$M_{th,App} = M_{N,Vlt} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{N,Vlt}} \right)^2 + J_{add} \cdot \alpha$$

[7-190] Gleichung 6: erforderliches Drehmoment bei quadratischer Lastkennlinie

Berechnung des erforderlichen Drehmoments bei konstanter Lastkennlinie ($M \approx \text{konstant}$):

$$M_{th,App} = M_{N,Vlt} + (J_{add} \cdot \alpha)$$

[7-191] Gleichung 7: erforderliches Drehmoment bei konstanter Lastkennlinie



Tipp!

Weitere Gleichungen zur Vervollständigung der erforderlichen Berechnungen einer Anwendung finden Sie im Kapitel "[Grundlegende Berechnungen](#)". (📖 68)

- Mit dem Hilfsrechner "Energieeffizienz Ventilator/Pumpe" ist ein Vergleich des Energiebedarfs bei einem umrichterregelmäßig und einem mechanisch geregeltem System möglich.

7.20.1.1 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
J_{add}	zusätzliches Trägheitsmoment	kgm^2
$M_{th,App}$	erforderliches Drehmoment der Anwendung (mit Verluste)	Nm
$M_{N,Vlt}$	Bemessungsdrehmoment des Ventilators	Nm
n_{App}	Drehzahl der Anwendung	1/min
$n_{N,Vlt}$	Bemessungsdrehzahl des Ventilators	1/min
P_{Vlt}	Leistung des Ventilators	kW
Q	Volumenstrom	m^3/s
Δp	Druckerhöhung	N/m^2
η_{Vlt}	Wirkungsgrad Ventilator	
α	Winkelbeschleunigung der Anwendung	rad/s^2
ω	Winkelgeschwindigkeit der Anwendung	rad/s
$\omega_{N,Vlt}$	Winkelgeschwindigkeit bei Bemessungsdrehzahl des Ventilators	rad/s

7.20.2 Daten für die Eingabe

7.20.2.1 Volumenstrom

Parameter	Beschreibung
Q	Volumen des zu fördernden Fluids pro Zeiteinheit

7.20.2.2 Druckerhöhung

Parameter	Beschreibung
Δp	Druckdifferenz zwischen Einlass und Auslass

7.20.2.3 Wirkungsgrad Ventilator

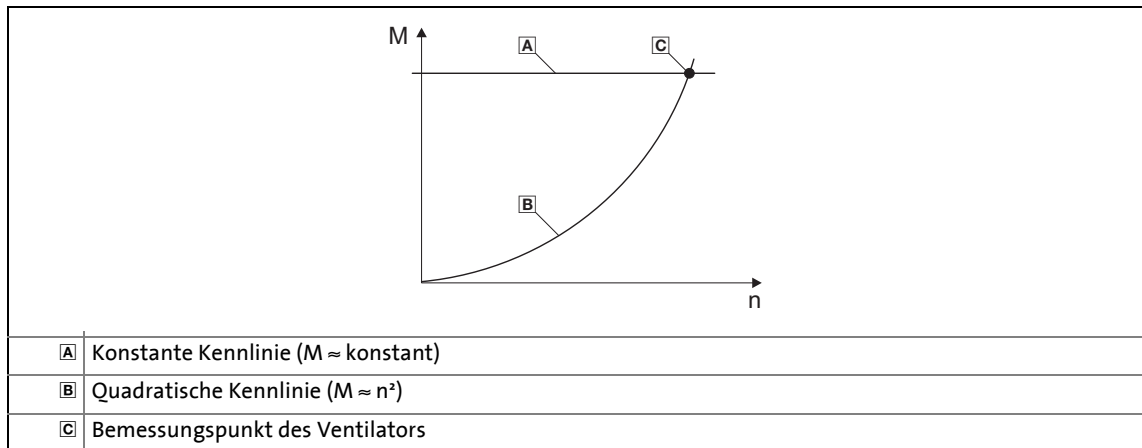
Parameter	Beschreibung
η_{Vlt}	Wirkungsgrad des Ventilators (siehe Datenblatt Ventilator)

7.20.2.4 Bemessungsdrehzahl Ventilator

Parameter	Beschreibung
n_N	Bemessungsdrehzahl des Ventilators (siehe Datenblatt Ventilator)

7.20.2.5 Lastkennlinie Ventilator

Parameter	Beschreibung
M(n)	Auswahl der Lastkennlinie des Ventilators Ventilatoren haben im Allgemeinen eine quadratische Lastkennlinie.



[7-192] Lastkennlinien des Ventilators



Hinweis!

Verwenden Sie Frequenzumrichter 8400 in der Betriebsart "VFC plus eco".

- Der energieoptimierte und sensorlose Betrieb sowie ein Motormanagement mit bedarfsorientierter Motorerregung sind sehr gut geeignet für Ventilatoren mit quadratischer Lastkennlinie.

7.20.2.6 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J _{add}	Trägheitsmoment des Ventilators. Wert kann direkt eingegeben oder mittels Trägheitsrechner berechnet werden. Trägheitsrechner (471)

7.21 M-n-Betriebspunkte importieren

Mit dieser Anwendung können Sie unabhängig von einer bestimmten Anwendung einen rotatorischen Antrieb auslegen. Die Daten der Anwendung werden über das zu erstellende Bewegungsprofil vorgegeben.

Nach Auswahl der Anwendung wird der *MotionDesigner* automatisch geöffnet.

Sie haben verschiedene Möglichkeiten, ein rotatorisches Bewegungsprofil zu erstellen:

- Betriebspunkte für Drehmoment/Drehzahl, Trägheitsmoment und Steuersignal für Reglersperre und Bremse aus einer ASCII-Datei importieren.
 - [Profildaten importieren](#) (📖 255)
 - Nach dem Import können Sie die einzelnen Profile skalieren und weitere Elemente anhängen.
- Eine Imp-Datei mit gespeichertem Bewegungsprofil, Trägheitsmoment und Steuersignale für Reglersperre und Bremse öffnen.
- Das Bewegungsprofil grafisch erstellen.
 - Das Arbeiten mit dem *MotionDesigner* ist ausführlich im Kapitel "[Bewegungsdesign](#)" beschrieben. (📖 243)



Hinweis!

- Sie können nur rotatorische Bewegungsprofile erstellen.
- Die vorgegebenen Parameter (Drehmoment, Trägheitsmoment, Reglersperre, Bremse) lassen sich nicht entfernen. Weitere können Sie nicht hinzufügen.
- Der Lastabstimmungsfaktor k_j (Verhältnis Trägheitsmoment der Last zu Trägheitsmoment des Motors) wird nur berechnet, wenn das Trägheitsmoment importiert wird.

7.21.1 Daten für die Eingabe

Parameter	Beschreibung	Maßeinheit
n	Drehzahl der Anwendung	1/min, rpm, rad/s, °/s
M	Drehmoment der Anwendung, einschließlich der durch das Trägheitsmoment bedingten Anteile	Nm, kNm, ozfin, lbfin, lbfft
J	Trägheitsmoment • Nur erforderlich, wenn k_j berechnet werden muss. • Erforderlich, damit das Drehmoment berechnet werden kann.	kgm ² , kgcm ² , ozin ² , lbin ² , lbft ² , ozins ² , lbsins ²
t	Zeit	s, ms, min, h
BRK	Steuersignal für die Haltebremse (BRK)	-
CINH	Steuersignal für die Reglersperre des Umrichters (CINH)	-

**Hinweis!**

- DSD kann ASCII-Dateien mit ca. 300 Betriebspunkten problemlos importieren. Je größer die Anzahl der Stützstellen, desto länger dauert der Import.
- Die Daten für das Bewegungsprofil können Sie komfortabel in Microsoft® Excel erfassen und dann als ASCII-Datei speichern.
- Der *CamManager* im »Engineer« hat einen DSD-Export für CAM-Kurvenprofile. Damit können Sie Kurvendaten in eine ASCII-Datei schreiben.
- Alle im DSD verwendeten metrischen und imperialen Einheiten kann der DSD interpretieren.

Siehe auch: [Profildaten importieren](#) (📖 255)

7.22 Mehrachsverbund auslegen

Elektrische Antriebe werden häufig beschleunigt und gebremst. Dabei wird elektrische Energie in kinetische oder potenzielle Energie umgewandelt, die beim Abbremsen bzw. Absenken zum Teil wieder zurückgespeist wird. Diese zurück gespeiste Energie wird oft über einen Bremswiderstand in Wärme umgewandelt und geht damit ungenutzt verloren.

Häufig lohnt es sich, die Bremsenergie zu nutzen, um die Energieeffizienz zu steigern. Im Mehrachsverbund kann die Bremsenergie im Idealfall vollständig genutzt werden.

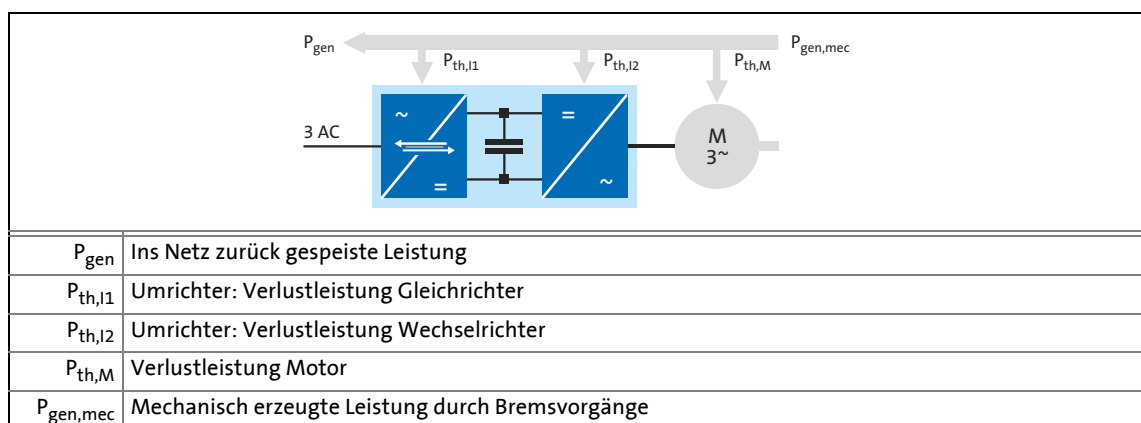
7.22.1 Bremsenergie nutzen

Wenn in einem Mehrachsverbund ein oder mehrere Umrichter generatorisch (Bremsbetrieb) arbeiten, wird die gewonnene Energie in den gemeinsamen DC-Zwischenkreis bzw. an die DC-Spannungsquelle abgegeben. Die Energie steht somit den motorisch arbeitenden Umrichtern im Mehrachsverbund zur Verfügung.

Vorteile:

- Kleinere Dimensionierung des Versorgungsmoduls oder Versorgungs- und Rückspeisemoduls.
- Im Allgemeinen genügt der Einsatz einer zentralen Bremseinheit.
- Aus dem Drehstromnetz wird weniger Energie aufgenommen.
- Die Anzahl der Netz-Einspeisestellen und der damit verbundene Aufwand (z. B. für die Verdrahtung) lassen sich optimal an die Anwendung anpassen.
- Bei Servoumrichter 9400 HighLine und Servoumrichter i700 mit zentraler Einspeisung ist der Verdrahtungsaufwand minimal.
- Der Mehrachsverbund ist die kostengünstigste Variante, um zurück gespeiste Energie zu nutzen.

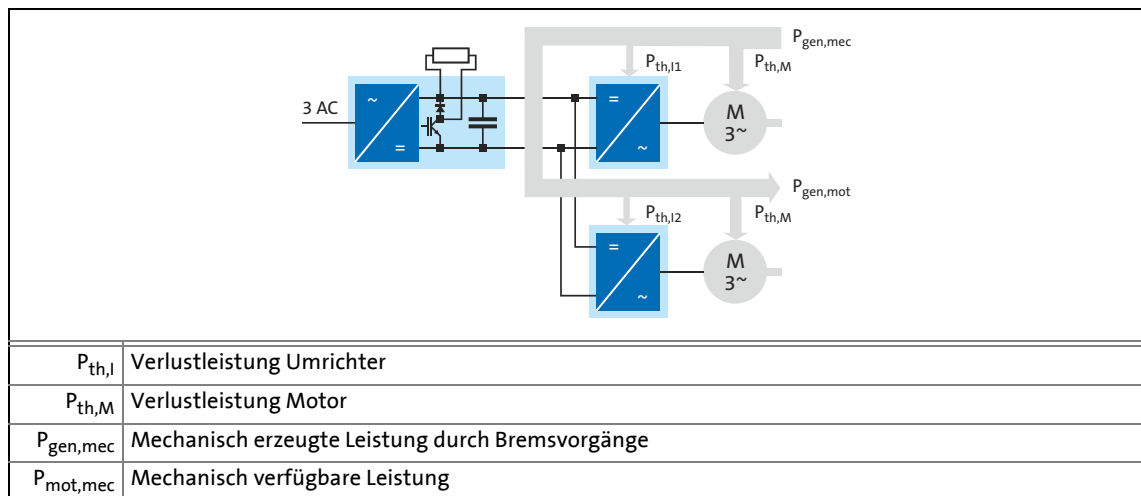
Generatorischer Betrieb mit Rückspeisung ins Netz



[7-193] Generatorischer Betrieb mit Rückspeisung ins Netz

- Für die Rückspeisung in das Netz müssen Umrichter über den DC-Zwischenkreis an ein Versorgungs- und Rückspeisemodul angeschlossen werden.
- Der Einsatz eines Versorgungs- und Rückspeisemoduls kann wirtschaftlich sinnvoll sein, wenn die Antriebsleistung 5 kW übersteigt.

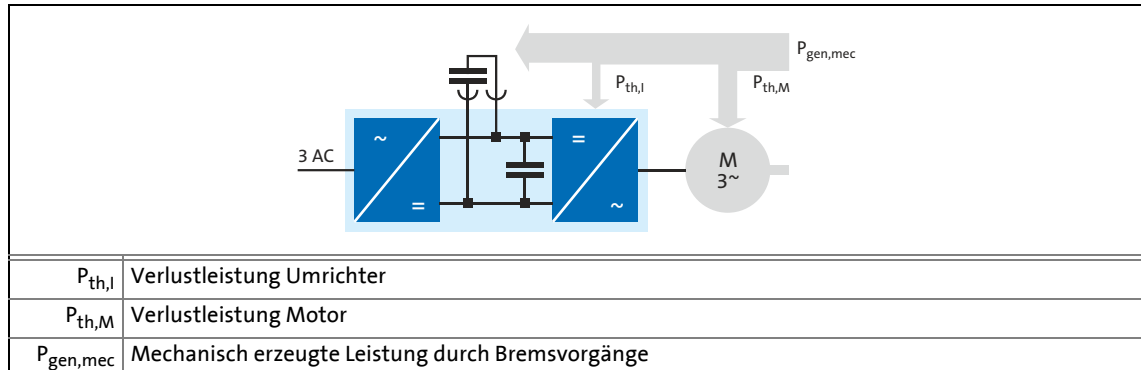
Energieaustausch zwischen zwei Antrieben



[7-194] Energieaustausch zwischen zwei Antrieben

- Andere Antriebsachsen im Mehrachsverbund müssen zurück gespeiste Energien aufnehmen können.
- Bei einem Schnellstopp für alle Antriebsachsen wird in der Regel zusätzlich ein Bremschopper benötigt, weil keine Antriebsachse die generatorische Leistung aufnehmen kann.

Bremsenergie zwischenspeichern

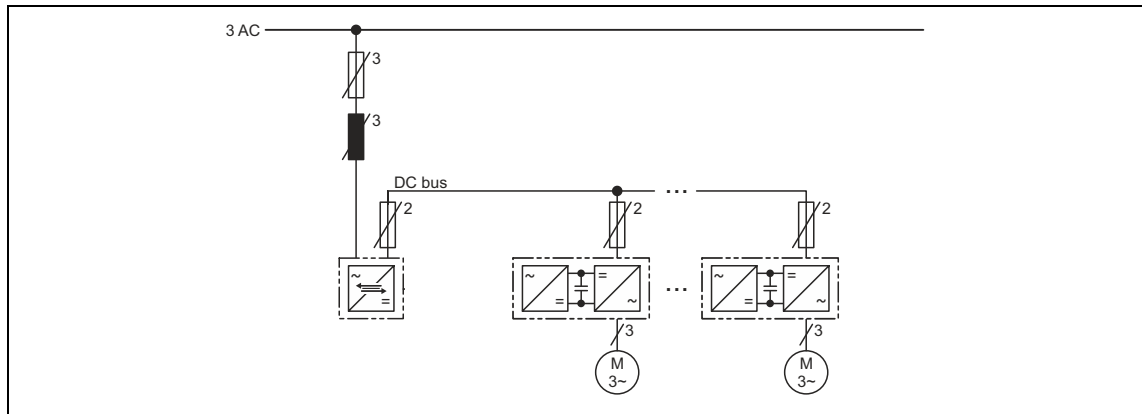


[7-195] Energiespeicherung im Kondensator

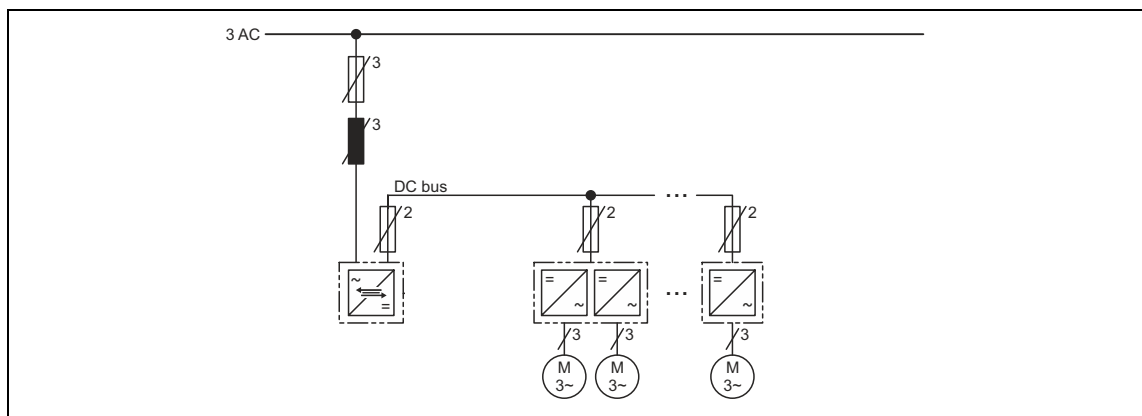
- Die Bremsenergie wird in einem Kondensator gespeichert, um sie beim nächsten Beschleunigungs- oder Hebevorgang wieder zur Verfügung zu stellen.
- Im Vergleich zu einem Versorgungs- und Rückspeisemodul sind die Kosten niedriger. Allerdings ist das Speichervermögen des Kondensators begrenzt.
- Die Energiespeicherung ist bei schnell getakteten Antrieben (z. B. Querschneider) wirtschaftlich.

7.22.2 Antriebsachsen kombinieren

7.22.2.1 Zentrale Netzeinspeisung über Versorgungs- und Rückspeisemodul



[7-196] Umrichter mit Gleich- und Wechselrichter an zentraler Netzeinspeisung über Versorgungs- und Rückspeisemodul

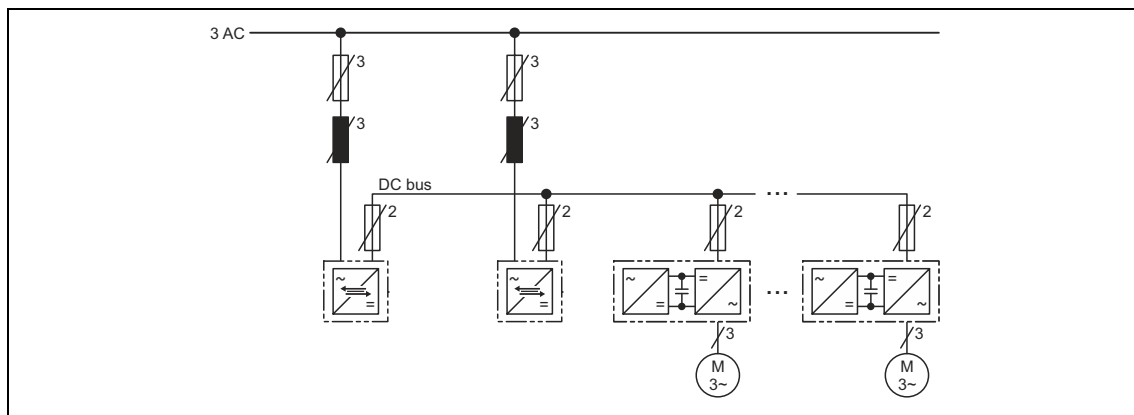


[7-197] Einzelachs- und Doppelachsgeräte (z. B. Servoumrichter i700) an zentraler Netzeinspeisung über Versorgungs- und Rückspeisemodul

Überschüssige elektrische Energie (Bremsenergie) steht den Antriebsachsen im DC-Verbund zur Verfügung oder wird über das Versorgungs- und Rückspeisemodul ins Netz gespeist.

- Die Anordnung können Sie in DSD auslegen.
 - Die Antriebsachsen legen Sie jeweils separat in DSD aus.
 - In der Anwendung "Mehrachsverbund auslegen" führen Sie die Antriebsachsen zusammen und legen das Versorgungs- und Rückspeisemodul aus.
 - DSD berechnet den gesamten Leistungsbedarf. Für den generatorischen Betrieb wird geprüft, ob die Bremsleistung ggf. über einen zusätzlichen Bremswiderstand abgeführt werden muss, falls die Rückspeiseleistung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls nicht ausreicht.

Parallelschaltung mehrerer Versorgungs- und Rückspeisemodule

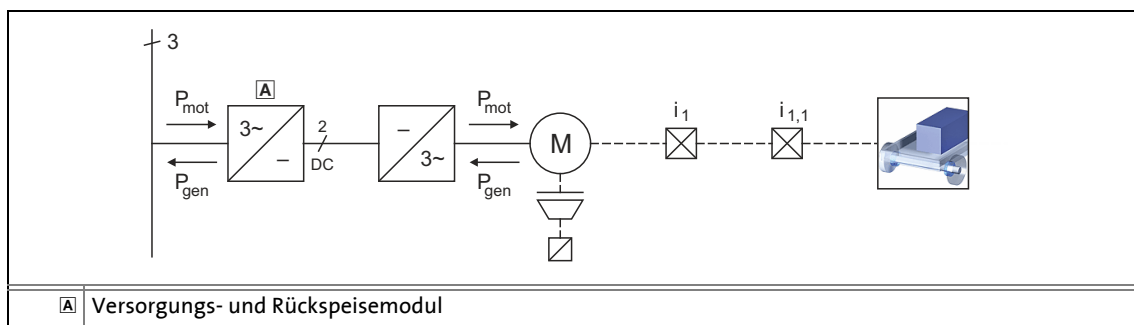


[7-198] Parallelschaltung mehrerer Versorgungs- und Rückspeisemodule

- Werden die Derating-Faktoren eingehalten, ist der Betrieb mehrerer Versorgungs- und Rückspeisemodule im DC-Verbund erlaubt.
- Die Anordnung können Sie in DSD nur mit Versorgungs- und Rückspeisemodule 9400 auslegen.
 - Die Versorgungs- und Rückspeisemodule legen Sie jeweils separat in DSD aus.
 - DSD bietet Ihnen in der Auswahltabelle parallelgeschaltete Versorgungs- und Rückspeisemodule 9400 an ($2 \times E94...$ oder $3 \times E94...$).

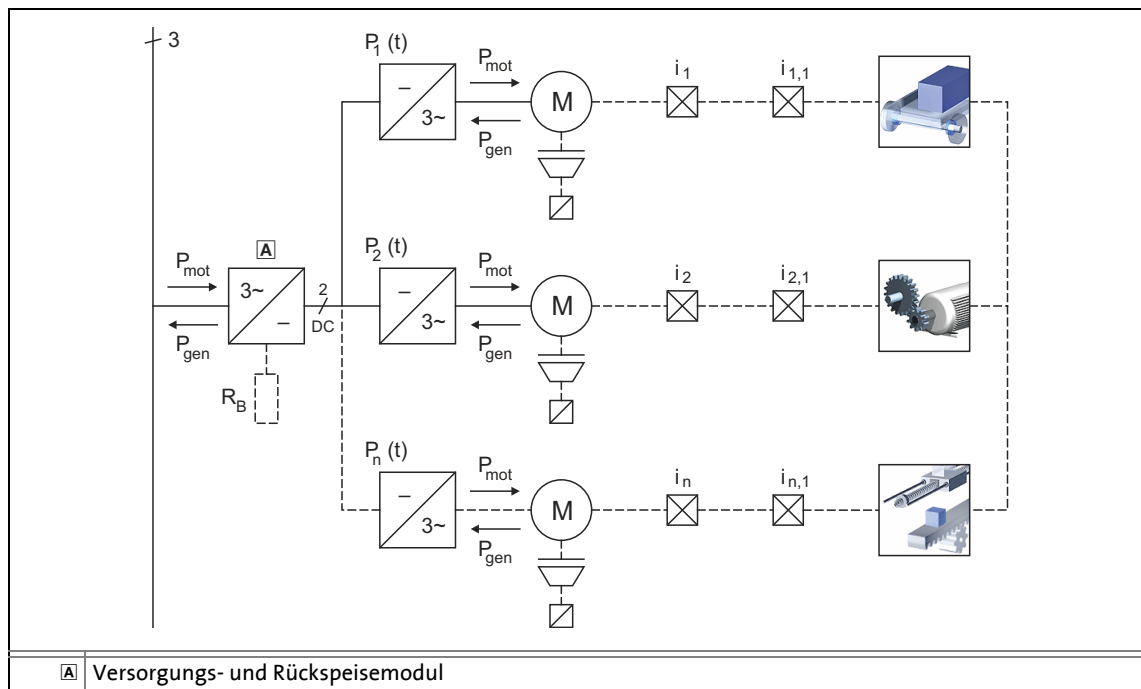
Einzelachsenanwendung

Bei Anwendungen mit einer hohen Rückspeiseleistung (z. B. Abwickler und Hubwerke) kann auch der Einsatz eines Versorgungs- und Rückspeisemoduls für eine Antriebsachse sinnvoll sein.



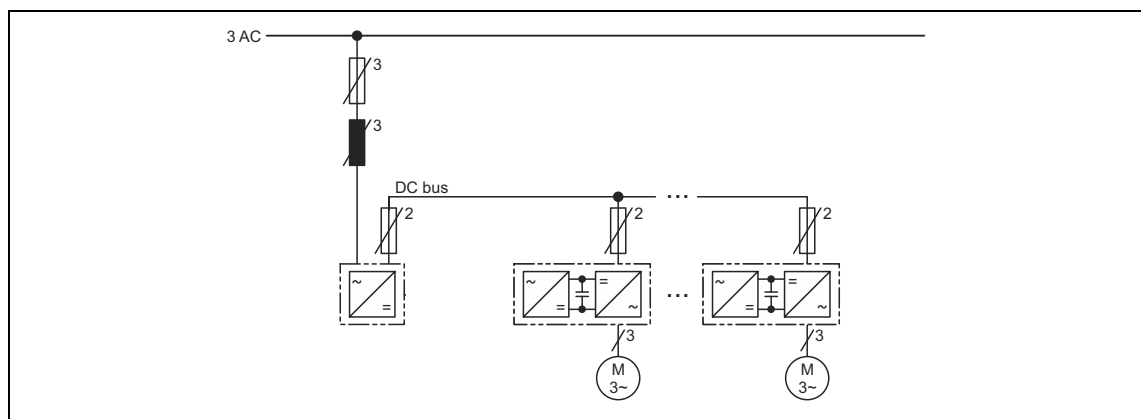
[7-199] Eine Antriebsachse mit Ein-/Rückspeisung

Mehrachsanwendung



[7-200] Mehrachsanwendung mit Ein-/Rückspeisung

7.22.2.2 Zentrale Netzeinspeisung über Versorgungsmodul

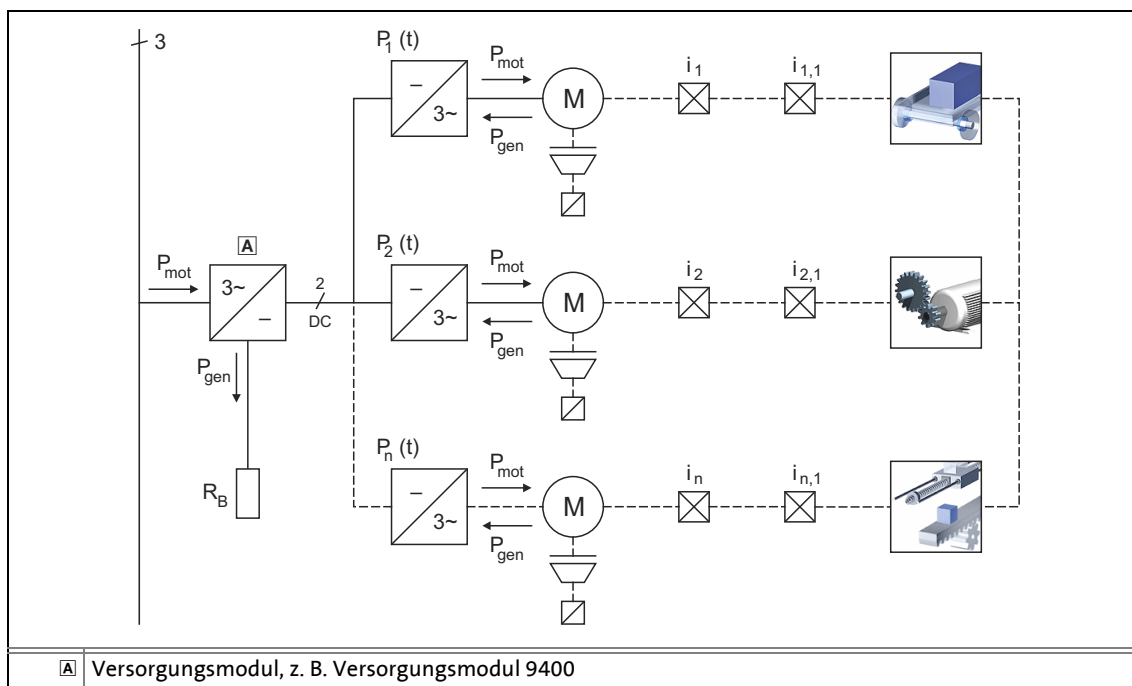


[7-201] Zentrale Netzeinspeisung über Versorgungsmodul

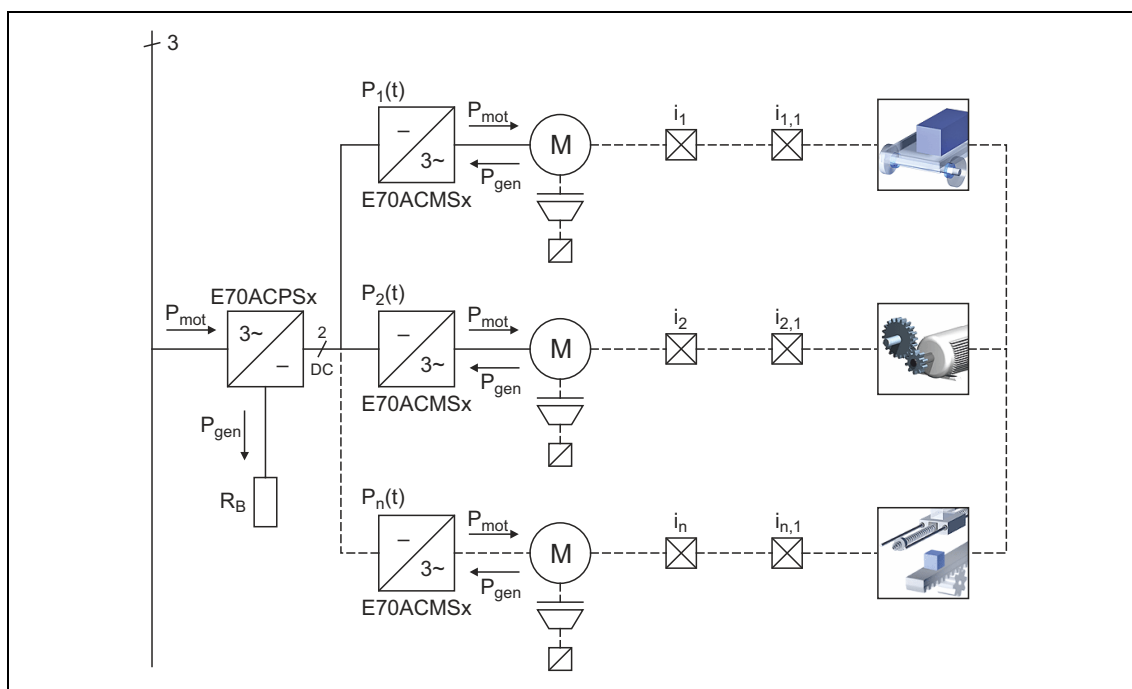
Überschüssige elektrische Energie (Bremsenergie) steht den Antriebsachsen im DC-Verbund zur Verfügung.

- Die Anordnung können Sie in DSD auslegen.
- Die Antriebsachsen legen Sie jeweils separat in DSD aus.
- In der Anwendung "Mehrachsverbund auslegen" führen Sie die Antriebsachsen zusammen und legen das Versorgungsmodul aus.
- DSD berechnet den gesamten Leistungsbedarf. Für den generatorischen Betrieb wird geprüft, ob die Bremsleistung ggf. über einen zusätzlichen Bremswiderstand abgeführt werden muss.

Mehrachsanwendung

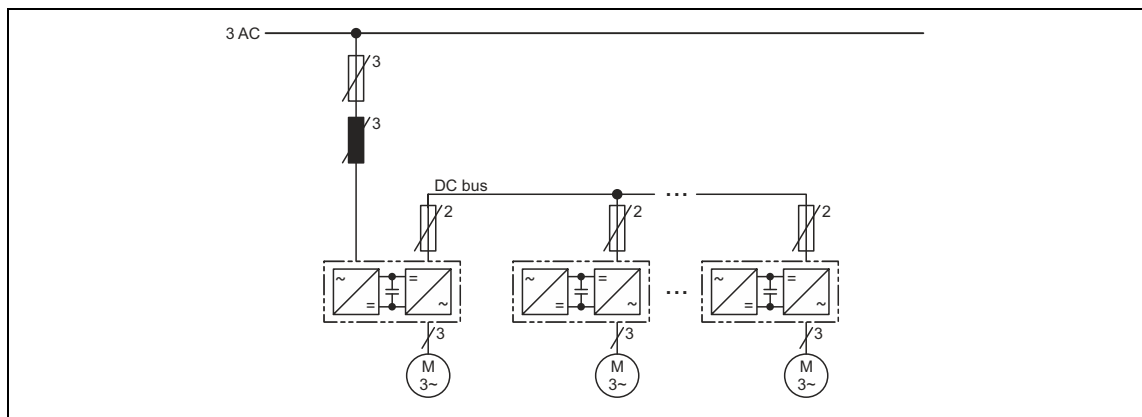


[7-202] Mehrachsanwendung mit zentraler Einspeisung und zentralem Bremswiderstand



[7-203] Mehrachsanwendung mit zentraler Einspeisung und Servorichter i700 als Achsmodule

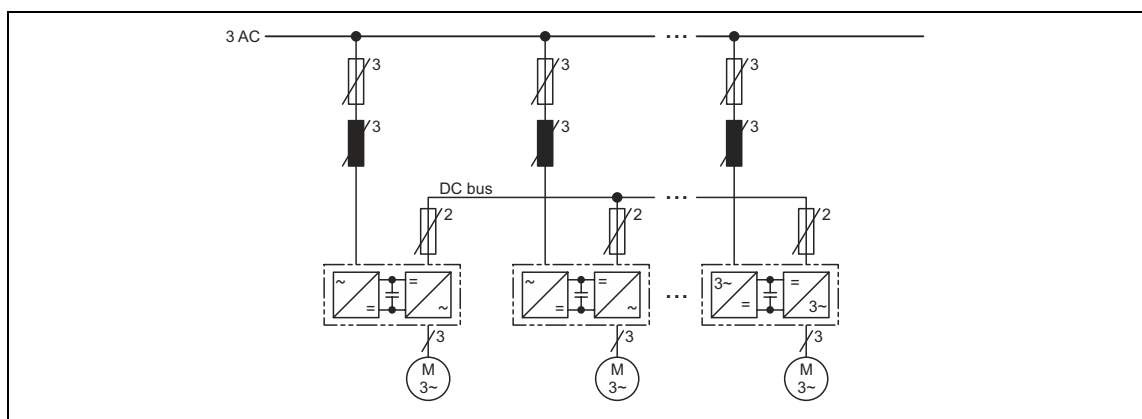
7.22.2.3 Zentrale Netzeinspeisung über Umrichter



[7-204] Zentrale Netzeinspeisung über Umrichter

- Die Anordnung können Sie in DSD nicht auslegen.
 - Die Antriebsachsen legen Sie jeweils separat in DSD aus.
 - Die DC-Parameter für den Umrichter am Netz müssen Sie manuell berechnen. Die erforderlichen Zwischenergebnisse liefert DSD.
 - Die gesamte Leistungsbilanz müssen Sie manuell ermitteln.
- Der Betrieb von Servoumrichter i700 als Achsmodule über den DC-Zwischenkreis eines Umrichters ist grundsätzlich möglich.
 - Die Antriebsachsen legen Sie jeweils separat in DSD aus.
 - Die DC-Parameter für den Umrichter am Netz müssen Sie manuell berechnen. Die erforderlichen Zwischenergebnisse liefert DSD.

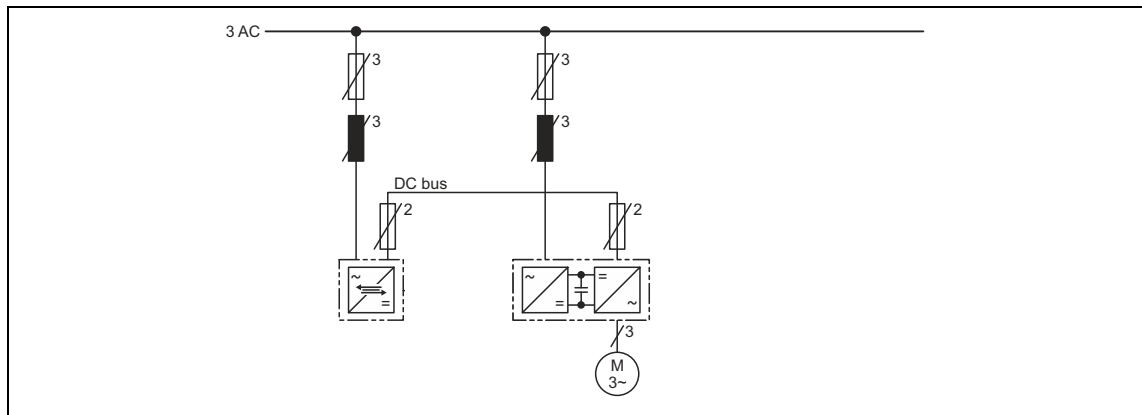
7.22.2.4 Dezentrale Netzeinspeisung über mehrere Umrichter



[7-205] Dezentrale Netzeinspeisung mehrerer Umrichter

- Die Anordnung können Sie in DSD nicht auslegen.
 - Die Antriebsachsen legen Sie jeweils separat in DSD aus.
 - Zusätzliche Parameter für den DC-Verbund müssen Sie manuell ermitteln.

7.22.2.5 Dezentrale Netzeinspeisung über Versorgungs- und Rückspeisemodul und Umrichter



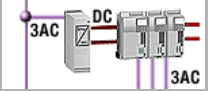
[7-206] Dezentrale Netzeinspeisung über Versorgungs- und Rückspeisemodul und Umrichter

- Durch das Versorgungs- und Rückspeisemodul wird die motorische Leistung des Antriebs erhöht (sinnvoll z. B. bei Hubantrieben).
 - Die generatorische Leistung wird nicht erhöht.
- Die Anordnung können Sie in DSD nicht auslegen.
 - Das Versorgungs- und Rückspeisemodul und die Antriebsachse legen Sie jeweils separat in DSD aus.
 - Die Parallelschaltung müssen Sie manuell berechnen. Die erforderlichen Zwischenergebnisse liefert DSD.
 - Die gesamte Leistungsbilanz müssen Sie manuell ermitteln.

7.22.3 Lenze-Produkte kombinieren

Übersicht der Kombinierbarkeit von Umrichtern und Zusatzkomponenten mit Versorgungsmodulen oder Versorgungs- und Rückspeisemodulen.

Gleichungen zur Berechnung des wirksamen Trägheitsmoments beim Linearmotor				
$z_p = \text{Ganzzahl} \left(\frac{s}{2\tau_{\text{Polpaar}}} \right)$			$J = m \cdot \left(\frac{z_p \cdot 2\tau_{\text{Polpaar}}}{2\pi} \right)^2$	
Achse A	Achse B	Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
-	-	s	Länge, die der Strichzahlangebe des Encoders zugrunde liegt. (z. B. pro Polabstand oder Gesamtlänge)	m
-	-	$2\tau_{\text{Polpaar}}$	Polabstand der Permanentmagnete, Polpaarweite	m
-	-	J	Massenträgheitsmoment	kg m ²
-	-	m	Masse des Schlittens	kg

		Versorgungsmodul		Versorgungs- und Rückspeisemodul
		E94APN $I_{DC} = 10 \dots 245 \text{ A}$ $P_{DC} = 5.6 \dots 137 \text{ kW}$	E70ACPSx $I_{N,DC} = 30/60 \text{ A}$	E94xx $P_{DC,mot} = 15/30 \text{ kW}$ $P_{DC,gen} = 7.5/15 \text{ kW}$
Servoumrichter				
Servoumrichter 9400 HighLine (Single Drives)				
0.37 ... 11 kW	B	✓	✓	✓
15 ... 30 kW	A B	✓	✓	✓
45 ... 55 kW	A B	C	C	C
75 ... 370 kW	✓	C D	C D	C D
Servoumrichter 9400 HighLine (Multi Drives)	✓	✓	✓	✓
Frequenzumrichter 8400 TopLine	B	✓	✓	✓
Servoumrichter i700	✓	✓	✓	✓
Frequenzumrichter				
Frequenzumrichter 8400 StateLine	B	✓	✓	✓
Frequenzumrichter 8400 HighLine	B	✓	✓	✓
Zusatzkomponente				
Bremswiderstand ERBx	✓	✓	✓	✓

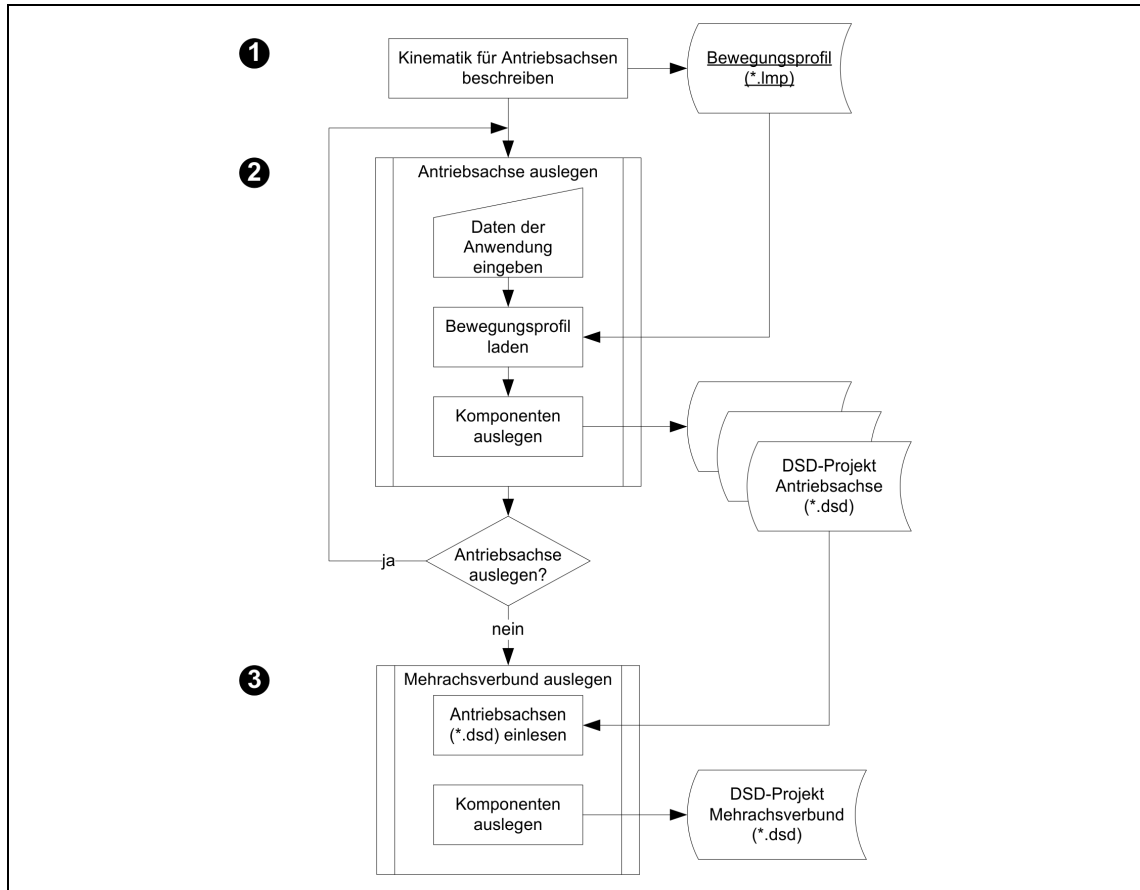
✓ Die Kombination ist uneingeschränkt möglich.

Die Kombination ist mit Einschränkungen möglich:

- A** Der EMV-Schutz des Geräts ist im DC-Verbund nicht im wirksamen Pfad. Prüfen Sie, ob für den gesamten DC-Verbund oder die gesamte Maschine EMV-Maßnahmen notwendig sind.
- B** Der Bremskreis der Antriebsachse kann im DSD nicht ausgelegt werden. DSD legt nur einen zentralen Bremskreis aus, wie er z. B. im Versorgungsmodul 9400 enthalten ist. Sollen alternativ oder zusätzlich Bremschopper in den Antriebsachsen eingesetzt werden, sind diese Bremskreise manuell zu prüfen.

- Ⓒ Keine oder keine ausreichende Einschaltstrombegrenzung vorhanden. Es sind besondere Maßnahmen durchzuführen. Halten Sie Rücksprache mit Ihrem Lenze-Vertriebspartner.
- Ⓓ Die Kombination ist nicht sinnvoll, da der Leistungsbereich des Versorgungsmoduls bzw. des Versorgungs- und Rückspeisemoduls zu klein ist. Wenn im DSD bei der Auswahl des Moduls keine aktive Meldung erfolgt, können Sie diese Kombination verwenden.

7.22.4 Auslegung durchführen

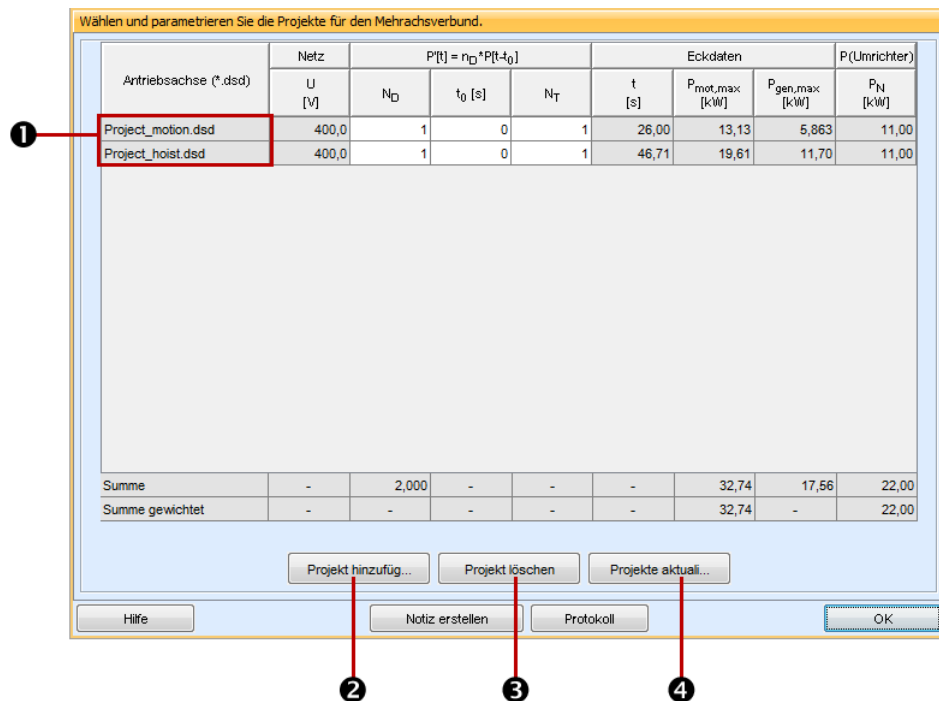


[7-207] Prinzipielle Vorgehensweise einen koordinierten Mehrachsverbund auszulegen

Beschreibung	
❶	Im unabhängigen <i>MotionDesigner</i> die Bewegungsprofile für alle Antriebsachsen erstellen und in einer Datei (*.Imp) speichern. • Bewegung Antriebsachsen (📖 201)

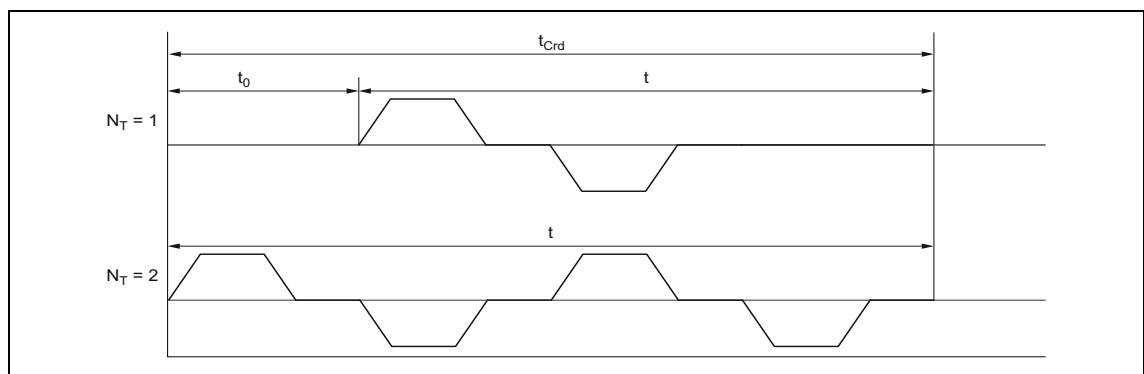
Beschreibung	
②	Alle Antriebsachsen des Mehrachsverbunds auslegen. • Im <i>MotionDesigner</i> der Antriebsachse die Imp-Datei mit den Bewegungsprofilen laden und das entsprechende Bewegungsprofil auswählen und übernehmen. • Als elektrisches Antriebskonzept "Umrichter mit DC-Einspeisung (Mehrachsanwendung)" wählen. DSD reduziert automatisch die Auswahl und bietet nur Umrichter an, die für den DC-Verbund geeignet sind. • Komponenten auslegen und die Kompatibilität der Produkte im DC-Zwischenkreis berücksichtigen. • Lenze-Produkte kombinieren (📖 196) • Die generatorische und motorische Leistung im DC-Zwischenkreis wird separat berechnet. DSD berücksichtigt Einflussgrößen wie Leistungsbedarf der Anwendung, Verlustleistung der Antriebskomponenten und kinetischen Energiebedarf aufgrund von Massenträgheiten.
③	Anwendung "Mehrachsverbund auslegen" wählen und die DSD-Projekte der Antriebsachsen einlesen. • Optionale Bearbeitung für jedes DSD-Projekt: • Zeitliche Verschiebung des Bewegungsprofils. • Mehrfache Wiederholung des Bewegungsprofils. • Anzahl der Antriebsachsen für ein DSD-Projekt. • Komponenten auslegen und mögliche Einspeisestrategien festlegen: • Zentrale Netzeinspeisung über Versorgungs- und Rückspeisemodul (📖 190) • Zentrale Netzeinspeisung über Versorgungsmodul (📖 192)

7.22.5 Projekte parametrieren



Legende	Beschreibung
①	Antriebsachse (*.dsd) - Hinzugefügte DSD-Projekte. - Angezeigt wird der Dateiname.
②	Schaltfläche Projekt hinzufügen - Fügt der Mehrachsapplication ein DSD-Projekt hinzu. - Um mehrere DSD-Projekte gleichzeitig hinzuzufügen, wählen Sie im Dialogfeld <i>Projekt hinzufügen</i> mehrere Dateien aus: - Um einzelne Dateien auszuwählen, <Strg> gedrückt halten und mit linker Maustaste die gewünschten Dateien anklicken. - Um einen Bereich auszuwählen, <Shift> gedrückt halten und mit linker Maustaste die erste und die letzte Datei anklicken.
③	Schaltfläche Projekt löschen Löscht ein markiertes DSD-Projekt aus der Mehrachsapplication.
④	Schaltfläche Projekt aktualisieren - Aktualisiert die Parameter, wenn ein hinzugefügtes DSD-Projekt geändert wurde. Die DSD-Projekte der einzelnen Antriebsachsen sind mit der Mehrachsapplication verknüpft. - Empfehlung: Legen Sie das DSD-Projekt der Mehrachsapplication und die DSD-Projekte der einzelnen Antriebsachsen in ein gemeinsames Verzeichnis. - Die Verknüpfung bleibt erhalten, wenn das gesamte Verzeichnis verschoben und die Mehrachsapplication geöffnet wird. - Die Verknüpfung geht verloren, wenn eine Projektdatei verschoben wird.

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
U	V	V	Netzspannung des AC-Versorgungsnetzes. Es wird angenommen, dass die DC-Zwischenkreisspannung durch Gleichrichtung der Netzspannung gewonnen wird. - Nur Anzeige. - Sie können nur DSD-Projekte hinzufügen, die mit gleicher Netzspannung ausgelegt wurden.
Antriebsachse (*.dsd)			Namen der eingefügten DSD-Projekte. - Nur Anzeige. - Ein hinzugefügtes DSD-Projekt bildet mindestens eine Antriebsachse.
N_D			Anzahl Antriebsachsen, die dem DSD-Projekt zugeordnet sind.
t_0	s	s	Startzeit des Bewegungsprofils verschieben.
N_T			Anzahl, wie oft das Bewegungsprofil wiederholt wird.
t	s	s	Zeit, in der das Bewegungsprofil abläuft. Nur Anzeige.
$P_{mot,max}$	kW	kW	Max. erforderliche Leistung, die die Versorgungskomponente zur Verfügung stellen muss. Nur Anzeige.
$P_{gen,max}$	kW	kW	Max. generatorische Leistung, die im DC-Zwischenkreis auftreten kann. - Bei Parallelschaltung mehrerer Versorgungs- und Rückspeisemodule wird die auftretende Spitzenleistung auf die einzelnen Module verteilt. - Nur Anzeige.
P_N	kW	kW	Bemessungsleistung des Umrichters. Entspricht der typischen Motorleistung eines vierpoligen Norm-Asynchronmotors.
P(Umrichter	kW	kW	
Summe			Summe der Werte je Spalte. Nur Anzeige.
Summe gewichtet			Durchschnittswert, gebildet aus der Summe der Werte und der Anzahl der Achsen. Nur Anzeige.



[7-208] Bewegungsprofile: Zusammenhang von Startzeit t_0 , Anzahl der Wiederholungen N_T und Zykluszeit t_{Crd}

7.22.6 Optionen festlegen

Legen Sie Optionen für den Mehrachsverbund fest.

Bewegung Antriebsachsen = Achsen koordiniert

Zykluszeit koordinierter Mehrachsverbund t_{Crd} = 46,7 s

Hilfe Notiz erstellen Protokoll OK

7.22.6.1 Bewegung Antriebsachsen

Parameter	Beschreibung
Bewegung Achsen	- Achsen koordiniert - Die Bewegungen der einzelnen Achsen sind zeitlich zueinander fest definiert. - Achsen unkoordiniert - Die Bewegungen der einzelnen Achsen verlaufen beliebig und sind zeitlich nicht aufeinander abgestimmt.

Für die Auslegung des Versorgungsmoduls bzw. Versorgungs- und Rückspeisemoduls und des Bremskreises ist die Auswahl "Achsen koordiniert" oder "Achsen unkoordiniert" entscheidend.

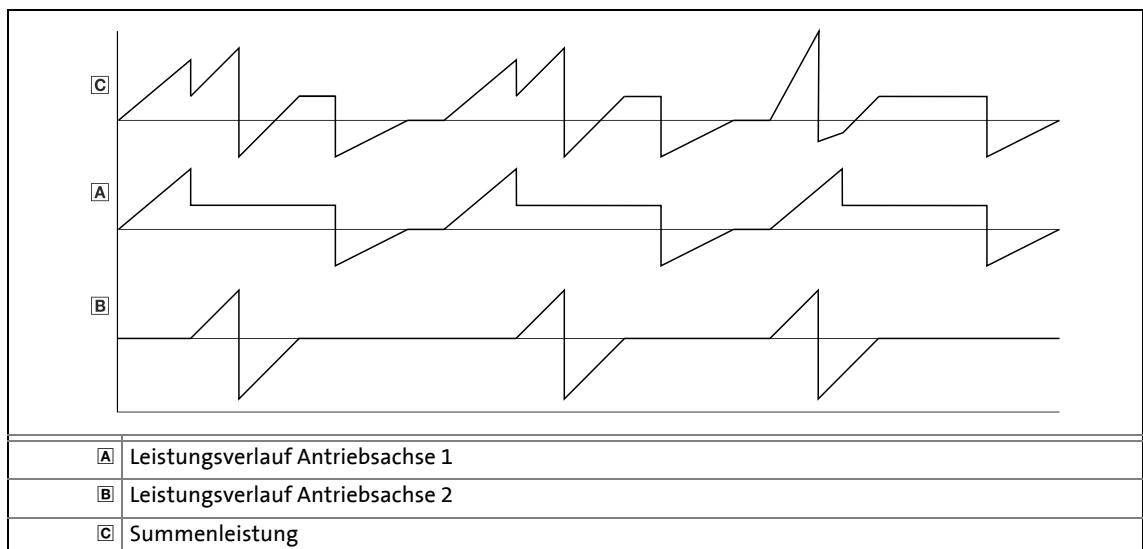
- Die DC-Zwischenkreisleistungen werden bei koordinierten und unkoordinierten Bewegungsabläufen unterschiedlich berechnet.

Koordinierter Mehrachsverbund

Bei einem koordinierten Mehrachsverbund stehen die Bewegungsabläufe in einem zeitlich fest definierten Zusammenhang (z. B. Anwendungen mit Kurvenscheibe oder taktbezogene Systeme).

- Einen Mehrachsverbund mit koordinierten Antriebsachsen können Sie in DSD energetisch optimal auslegen.
- Mit *Lenze BlueGreen Solutions* werden Amortisationszeiten schnell berechnet. Die Einsparpotenziale werden in einem Energiepass dokumentiert.

[Energieeffizienz](#) (416)

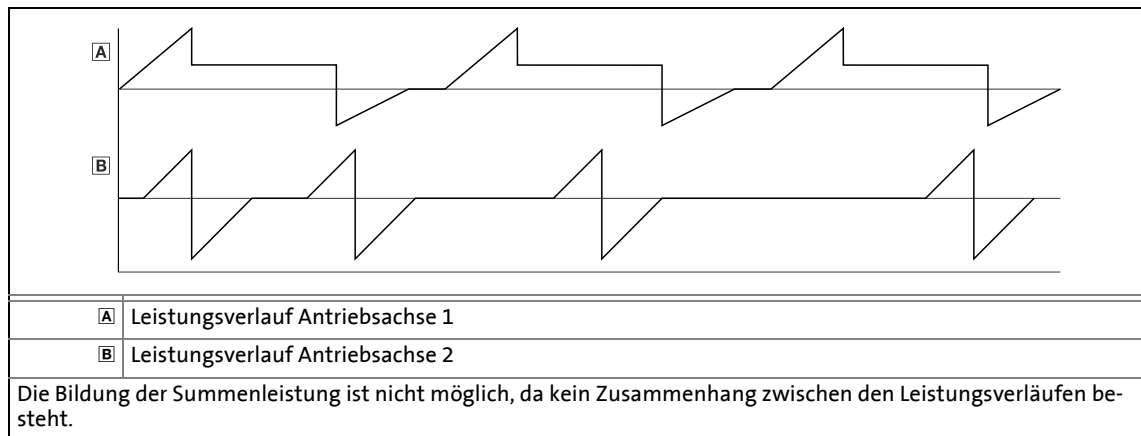


[7-209] Leistungsverlauf bei zwei koordinierten Antriebsachsen

Unkoordinierter Mehrachsverbund

Unkoordinierte Bewegungsabläufe stehen in keinem zeitlichen Zusammenhang. Auch wenn nur einzelne Antriebsachsen des Mehrachsverbunds unkoordiniert sind, rechnet DSD mit dem ungünstigsten Leistungsverlauf:

- Die Spitzenleistungen aller Einzelachsen fallen gleichzeitig zusammen.
- Die Versorgungskomponenten des Verbunds müssen die Summe der generatorischen und motorischen Spitzenleistungen aller Antriebsachsen zur Verfügung stellen.



[7-210] Leistungsverlauf bei zwei unkoordinierten Antriebsachsen

7.22.6.2 Zykluszeit koordinierter Mehrachsverbund

Parameter	Beschreibung
t_{Crd}	Zykluszeit koordinierter Mehrachsverbund. Bei Antriebsachsen mit zeitlich unterschiedlich langen Bewegungsprofilen rechnet DSD mit dem zeitlich längsten Bewegungsprofil. Bei den zeitlich kürzeren Bewegungsprofilen berücksichtigt DSD bis zum Ende des gesamten Zyklus die Leistungswerte, die jeweils am zeitlich definierten Ende der einzelnen Bewegungsprofile vorliegen. Die min. einstellbare Zykluszeit ergibt sich aus dem Produkt $t \times N_T$. • t: Zykluszeit des zeitlich längsten Bewegungsprofils • N_T: Anzahl, wie oft das Bewegungsprofil wiederholt wird. • Die Zykluszeiten der Bewegungsprofile der einzelnen Antriebsachsen können nicht unterschritten werden. • Parameter ist nur beim koordinierten Mehrachsverbund verfügbar. ► Projekte parametrieren (199)

7.23 Wickelantrieb Aufwickler/Abwickler

7.23.1 Aufwickler (einfach)

Aufwickler sind in vielen Produktionsprozessen anzutreffen. Sie können Endlosmaterial nach einem Bearbeitungsprozess speichern.

Bei einem Einfachwickler ist ein Rollenwechsel nur im Stillstand möglich. Der Wickelantrieb wird bis zum Stillstand gebremst und nach dem Rollenwechsel wieder auf Produktionsgeschwindigkeit beschleunigt. Mit einem Materialspeicher ist ein Rollenwechsel ohne Unterbrechung der Produktion möglich. Wenn der Wickelantrieb stillsteht, nimmt der Materialspeicher das produzierte Material auf.

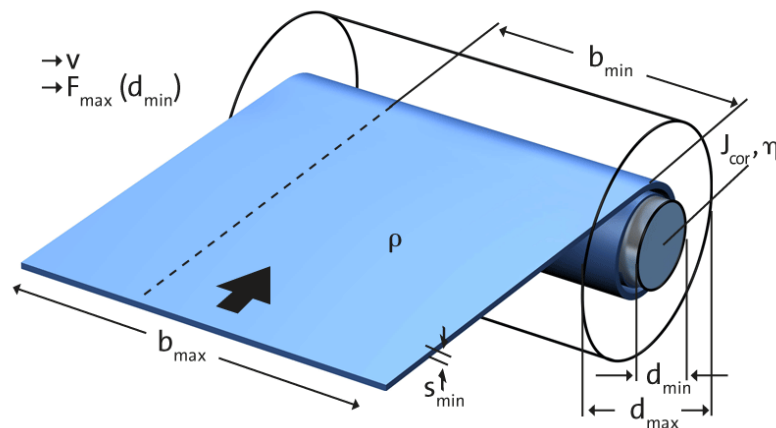
Zu verarbeitende Materialien können homogene Materialbahnen (z. B. Papierbahnen), Gewebe, Geflechte, Drähte, Garne oder Fäden sein. Mathematisch betrachtet ist das aufgewickelte Material eine Spirale. Je nach Anwendungsbereich und Branche wird die Spirale als Wickelballen, Rolle, Coil, Haspel, Spule, Baum oder Kaule bezeichnet.

Beim Wickeln wird zwischen zwei Technologien unterschieden:

- Übereinander wickeln (z. B. Folien, Papier, Bleche).
- Neben- und übereinander wickeln (z. B. Fäden, Garne, Drähte, Seile, Kabel). Diese Wickeltechnologie wird von DSD nicht unterstützt.

Die Anforderungen an den Wickelantrieb sind abhängig vom Wickelmaterial und können sehr hoch sein:

- Keine Beeinträchtigung des Wickelmaterials beim Wickeln.
- Große Drehzahl- und Drehmomentstellbereiche.
- Dynamische Phase darf die Zugkraft nicht negativ beeinflussen.



7.23.1.1 Berechnungen

Translatorische Beschleunigung

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

[7-211] Gleichung 1: Translatorische Beschleunigung

Dimensionierungsdurchmesser

$$d_{\text{dim}} = \sqrt{\frac{2 \cdot v_{\text{max}} \cdot t_{\text{acc}} \cdot s_{\text{min}}}{\pi} + d_{\text{min}}^2}$$

[7-212] Gleichung 2: Dimensionierungsdurchmesser für den Wickelballen

Max. Wickelverhältnis

$$q_{\text{max}} = \frac{d_{\text{max}}}{d_{\text{min}}}$$

[7-213] Gleichung 3: Maximales Wickelverhältnis

Dimensionierungswickelverhältnis

Der DSD begrenzt das berechnete Dimensionierungswickelverhältnis q_{dim} auf 200 .

$$q_{\text{dim}} = \frac{d_{\text{max}}}{d_{\text{dim}}}$$

[7-214] Gleichung 4: Dimensionierungswickelverhältnis

Wickelcharakteristik

$$HW = \frac{\frac{F_{\text{max}}(d_{\text{max}})}{F_{\text{max}}(d_{\text{min}})} \cdot q - 1}{q - 1}$$

[7-215] Gleichung 5: Wickelcharakteristik

Durchmesserverlauf

$$d = \sqrt{\frac{2}{\pi} \cdot (v_0 + v_1) \cdot (t_1 - t_0) \cdot s + d_i^2}$$

[7-216] Gleichung 6: Verlauf Durchmesser des Wickelballens

Masse Wickelmaterial

$$m_L = \rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_i^2 - d_{\text{min}}^2) \cdot b_{\text{max}}$$

[7-217] Gleichung 7: Masse des Wickelmaterial

Länge Wickelmaterial

$$l = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(d_{\max}^2 - d_{\min}^2)}{s_{\min}}$$

[7-218] Gleichung 8: Länge des Wickelmaterial

Winkelbeschleunigung

$$\alpha = \frac{a}{r}$$

[7-219] Gleichung 9: Winkelbeschleunigung

Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = 2\pi \cdot n$$

[7-220] Gleichung 10: Winkelgeschwindigkeit

Zugkraftverlauf

$$F_{\text{pll}} = F_{\max} \cdot \left(\frac{d_{\min} \cdot (1 - HW)}{d_i} + HW \right)$$

[7-221] Gleichung 11: Zugkraftverlauf

Zugkraftstellbereich

$$k_F = \frac{F_{\max}(d_{\max})}{F_{\min}(d_{\min})}$$

[7-222] Gleichung 12: Zugkraftstellbereich

Drehmomentstellbereich

$$k_M = K_F \cdot q$$

[7-223] Gleichung 13: Drehmomentstellbereich

Stationäres Drehmoment

$$M_{\text{sds}} = F_{\text{pll}} \cdot \frac{d_i}{2 \cdot \eta_{\text{App}}}$$

[7-224] Gleichung 14: Stationäres Drehmoment

Gesamtes Drehmoment

$$M_{\text{sum}} = M_{\text{sds}} + J_{\text{Wnd}} \cdot \frac{\alpha}{\eta_{\text{App}}}$$

[7-225] Gleichung 15: Gesamtes Drehmoment

Erforderliche Prozessleistung

$$P_{\text{App}} = F_{\text{max}} \cdot \frac{v_{\text{max}}}{\eta}$$

[7-226] Gleichung 16: Erforderliche Leistung der Anwendung

Feldschwächfaktor

$$k_f = \frac{n_{\text{max}}}{n_N}$$

[7-227] Gleichung 17: Feldschwächfaktor des Motors

Erforderliche Motorleistung

$$P_M = \frac{F_{\text{max}}(d_{\text{max}}) \cdot v_{\text{max}} \cdot d_{\text{max}}}{\eta \cdot k_f \cdot d_{\text{dim}}}$$

[7-228] Gleichung 18: Erforderliche Motorleistung

7.23.1.2 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a	translatorische Beschleunigung	m/s^2
$b_{\max}$	maximale Breite des Wickelmaterials	mm
d	Durchmesserlauf	mm
$d_{\dim}$	Dimensionierungsdurchmesser • Durchmesser, der nach Ende der Beschleunigungsphase erreicht wird.	mm
$d_{\min}$	minimaler Wickeldurchmesser (Anfangsdurchmesser)	mm
$d_{\max}$	maximaler Wickeldurchmesser	mm
$F_{\min}(d_{\min})$	minimale Zugkraft bei minimalem Wickeldurchmesser (Anfangsdurchmesser)	N
$F_{\max}(d_{\min})$	maximale Zugkraft bei minimalem Wickeldurchmesser	N
$F_{\max}(d_{\max})$	maximale Zugkraft bei maximalem Wickeldurchmesser	N
HW	Wickelcharakteristik (Hart/Weich) • beschreibt den Zugkraftabfall als Funktion vom Wickeldurchmesser	
k_f	Feldschwächfaktor	
k_F	Zugkraftstellbereich	
k_M	Drehmomentstellbereich	
l	Länge des Wickelmaterials	m
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
M_{sum}	gesamtes Drehmoment	Nm
$n_{\max}$	maximale Drehzahl des Motors	1/min
n_N	Bemessungsdrehzahl des Motors	1/min
ρ	Mittlere Dichte des Wickelmaterials	kg/dm^3
P_{App}	erforderliche Prozessleistung	
P_M	erforderliche Motorleistung	kW
q	Wickelverhältnis	
$q_{\max}$	maximales Wickelverhältnis	
$q_{\dim}$	Dimensionierungswickelverhältnis • Der DSD begrenzt $q_{\dim}$ auf 200 .	
$s_{\min}$	Stärke des Wickelmaterials • Werden mehrere Materialien gewickelt, ist die kleinste Materialstärke anzugeben.	mm
t_{acc}	Hochlaufzeit des Wickelantriebs	m/s
t_{dec}	Ablaufzeit des Wickelantriebs	m/s
$v_{\max}$	maximale Materialgeschwindigkeit	m/min
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
η	mechanischer Wirkungsgrad des Wickelsystems (Spule und Spulenaufnahme)	
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s

7.23.2 Abwickler (einfach)

Abwickler sind in vielen Produktionsprozessen anzutreffen. Sie speichern Endlosmaterial und führen es einem Produktionsprozess zu. Das kann kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen.

Bei einem Einfachwickler ist ein Rollenwechsel nur im Stillstand möglich. Der Wickelantrieb wird bis zum Stillstand gebremst und nach dem Rollenwechsel wieder auf Produktionsgeschwindigkeit beschleunigt. Mit einem Materialspeicher ist ein Rollenwechsel ohne Unterbrechung der Produktion möglich. Wenn der Wickelantrieb stillsteht, führt der Materialspeicher das Wickelmaterial der Fertigung zu.

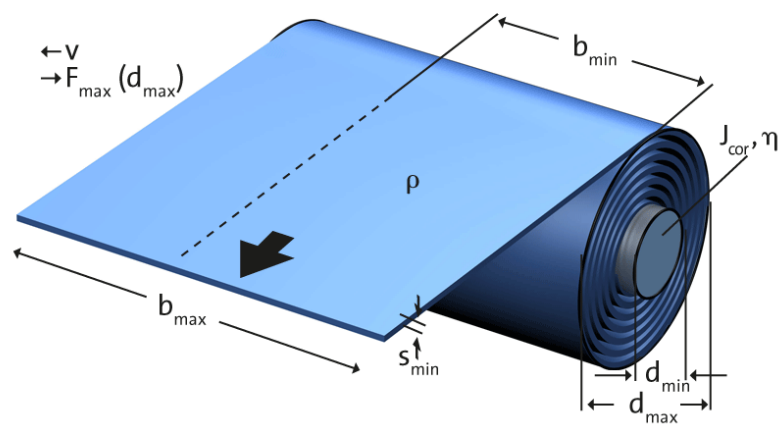
Zu verarbeitende Materialien können homogene Materialbahnen (z. B. Papierbahnen), Gewebe, Geflechte, Drähte, Garne oder Fäden sein. Mathematisch betrachtet ist das aufgewickelte Material eine Spirale. Je nach Anwendungsbereich und Branche wird die Spirale als Wickelballen, Rolle, Coil, Haspel, Spule, Baum oder Kaule bezeichnet.

Beim Wickeln wird zwischen zwei Technologien unterschieden:

- Übereinander wickeln (z. B. Folien, Papier, Bleche).
- Neben- und übereinander wickeln (z. B. Fäden, Garne, Drähte, Seile, Kabel). Diese Wickeltechnologie wird von DSD nicht unterstützt.

Die Anforderungen an den Wickelantrieb sind abhängig vom Wickelmaterial und können sehr hoch sein:

- Große Drehzahl- und Drehmomentstellbereiche.
- Dynamische Phase darf die Zugkraft nicht negativ beeinflussen.



7.23.2.1 Berechnungen

Translatorische Beschleunigung

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

[7-229] Gleichung 1: Translatorische Beschleunigung

Dimensionierungsdurchmesser

$$d_{\text{dim}} = \sqrt{\frac{2 \cdot v_{\text{max}} \cdot t_{\text{acc}} \cdot s_{\text{min}}}{\pi} + d_{\text{min}}^2}$$

[7-230] Gleichung 2: Dimensionierungsdurchmesser für den Wickelballen

Max. Wickelverhältnis

$$q_{\text{max}} = \frac{d_{\text{max}}}{d_{\text{min}}}$$

[7-231] Gleichung 3: Maximales Wickelverhältnis

Dimensionierungswickelverhältnis

Der DSD begrenzt das berechnete Dimensionierungswickelverhältnis q_{dim} auf 200 .

$$q_{\text{dim}} = \frac{d_{\text{max}}}{d_{\text{dim}}}$$

[7-232] Gleichung 4: Dimensionierungswickelverhältnis

Durchmesser Verlauf

$$d = \sqrt{\frac{2}{\pi} \cdot (v_0 + v_1) \cdot (t_1 - t_0) \cdot s_{\text{min}} + d_i^2}$$

[7-233] Gleichung 5: Verlauf Durchmesser des Wickelballens

Masse Wickelmaterial

$$m_L = \rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_i^2 - d_{\text{min}}^2) \cdot b_{\text{max}}$$

[7-234] Gleichung 6: Masse des Wickelmaterial

Länge Wickelmaterial

$$l = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(d_{\text{max}}^2 - d_{\text{min}}^2)}{s}$$

[7-235] Gleichung 7: Länge des Wickelmaterial

Winkelbeschleunigung

$$\alpha = \frac{a}{r}$$

[7-236] Gleichung 8: Winkelbeschleunigung

Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = 2\pi \cdot n$$

[7-237] Gleichung 9: Winkelgeschwindigkeit

Zugkraftstellbereich

$$k_F = \frac{F_{\max}}{F_{\min}}$$

[7-238] Gleichung 10: Zugkraftstellbereich

Drehmomentstellbereich

$$k_M = K_F \cdot q$$

[7-239] Gleichung 11: Drehmomentstellbereich

Drehzahlstellbereich

$$k_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$$

[7-240] Gleichung 12: Drehzahlstellbereich

Geschwindigkeitsstellbereich

$$k_v = \frac{v_{\max}}{v_{\min}}$$

[7-241] Gleichung 13: Geschwindigkeitsstellbereich

Stationäres Drehmoment

$$M_{sds} = F_{pll} \cdot \frac{d_i}{2} \cdot \eta_{App}$$

[7-242] Gleichung 15: Stationäres Drehmoment

Gesamtes Drehmoment

$$M_{sum} = M_{sds} + J_{Wnd} \cdot \frac{d}{\eta_{App}}$$

[7-243] Gleichung 16: Gesamtes Drehmoment

Erforderliche Prozessleistung

$$P_{\text{App}} = F_{\text{max}} \cdot v_{\text{max}} \cdot \eta$$

[7-244] Gleichung 17: Erforderliche Leistung der Anwendung

Feldschwächfaktor

$$k_f = \frac{n_{\text{max}}}{n_N}$$

[7-245] Gleichung 18: Feldschwächfaktor des Motors

Erforderliche Motorleistung

$$P_M = \frac{F_{\text{max}} \cdot v_{\text{max}} \cdot d_{\text{max}} \cdot \eta}{k_f \cdot d_{\text{dim}}}$$

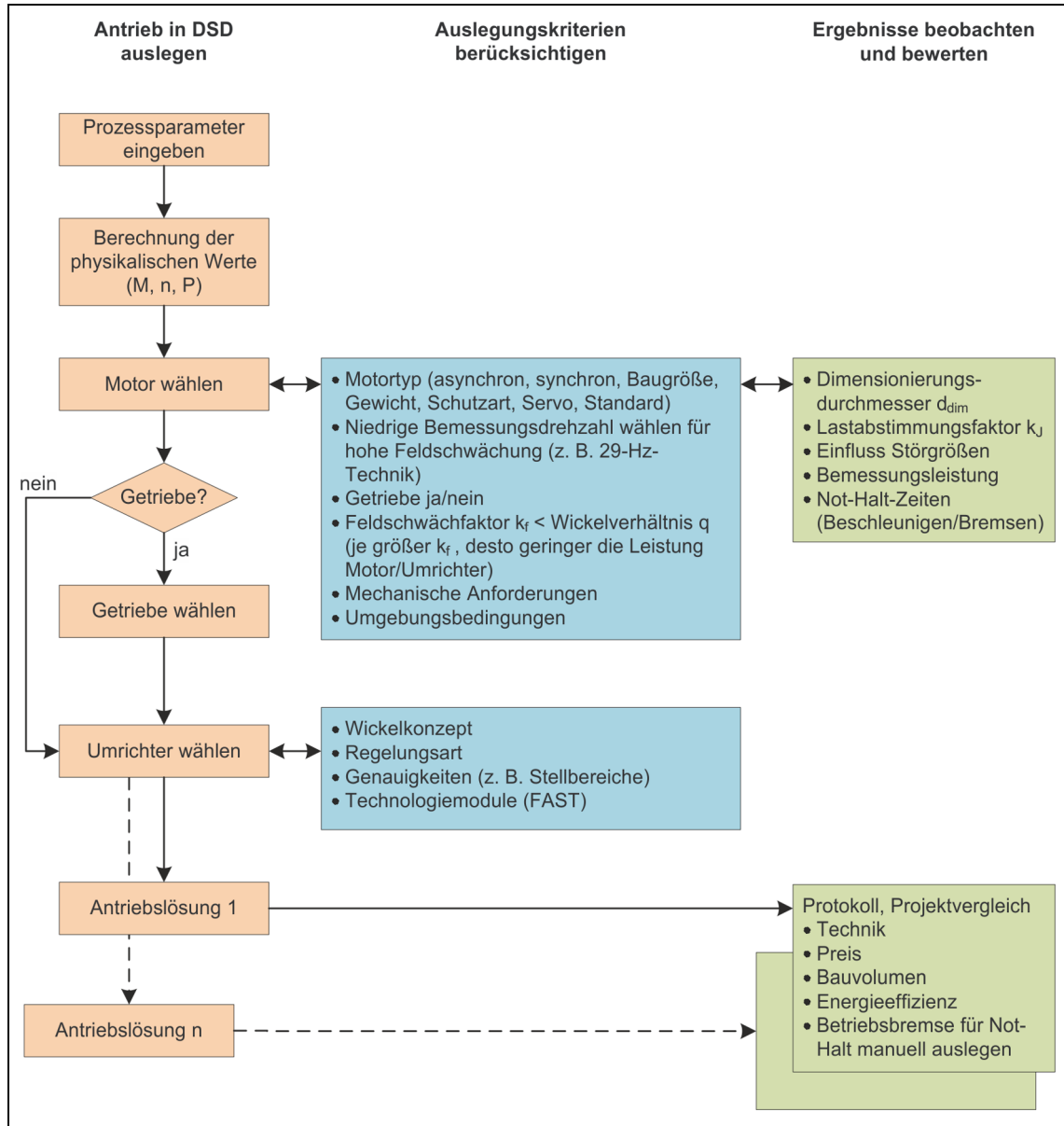
[7-246] Gleichung 19: Erforderliche Motorleistung

7.23.2.2 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
a	translatorische Beschleunigung	m/s^2
$b_{\max}$	maximale Breite des Wickelmaterials	mm
d	Durchmesserlauf	mm
$d_{\dim}$	Dimensionierungsdurchmesser • Durchmesser, der nach Ende der Beschleunigungsphase erreicht wird.	mm
$d_{\min}$	minimaler Wickeldurchmesser (Anfangsdurchmesser)	mm
$d_{\max}$	maximaler Wickeldurchmesser	mm
$F_{\min}$	Zugkraft bei minimalem Wickeldurchmesser	N
$F_{\max}$	Zugkraft bei maximalem Wickeldurchmesser (Anfangsdurchmesser)	N
k_f	Feldschwächfaktor	
k_F	Zugkraftstellbereich	
k_M	Drehmomentstellbereich	
k_n	Drehzahlstellbereich	
k_v	Geschwindigkeitsstellbereich	
l	Länge des Wickelmaterials	m
M_{sds}	stationäres Drehmoment	Nm
M_{sum}	gesamtes Drehmoment	Nm
$n_{\max}$	maximale Drehzahl des Motors	1/min
n_N	Bemessungsdrehzahl des Motors	1/min
ρ	Mittlere Dichte des Wickelmaterials	kg/dm^3
P_{App}	erforderliche Prozessleistung	
P_M	erforderliche Motorleistung	kW
q	Wickelverhältnis	
$q_{\max}$	maximales Wickelverhältnis	
$q_{\dim}$	Dimensionierungswickelverhältnis • Der DSD begrenzt $q_{\dim}$ auf 200 .	
$s_{\min}$	Stärke des Wickelmaterials • Werden mehrere Materialien gleichzeitig gewickelt, ist die kleinste Materialstärke anzugeben.	mm
t_{acc}	Hochlaufzeit des Wickelantriebs	m/s
t_{dec}	Ablaufzeit des Wickelantriebs	m/s
$v_{\max}$	maximale Geschwindigkeit des Materials	m/min
α	Winkelbeschleunigung	rad/s^2
η	mechanischer Wirkungsgrad des Wickelsystems (Spule und Spulenaufnahme)	
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s

7.23.3 Strategien zur Auslegung

Das folgende Diagramm zeigt die grundsätzliche Vorgehensweise zur Auslegung eines Wickelantriebs. DSD führt Sie automatisch durch die notwendigen Auslegungsschritte.



[7-247] Strategie zur Auslegung eines Wickelantriebs in DSD

Die folgenden Funktionen sind effiziente Hilfsmittel, um Antriebslösungen zu vergleichen und unterschiedliche Szenarien darzustellen.

Alternative erzeugen

Für einen optimal ausgelegten Antrieb empfiehlt es sich, unterschiedliche Motortechnologien, Feldschwächfaktoren, mechanischen Übersetzungen und Umrichter als separate Projekte anzulegen und zu vergleichen.

Mit der Funktion [Alternative erstellen](#) wird vom aktuellen Projekt bis zum gewünschten Auslegungsschritt eine Kopie erzeugt. Jedes Projekt können Sie mit unterschiedlichen Parametern auslegen. (📖 56)

Projektvergleich

Mit der Funktion [Projektvergleich](#) können Sie alle wichtigen auslegungsrelevanten Parameter der geöffneten DSD-Projekte (alternative Auslegungen) gegenüber stellen und vergleichen. Andere Vergleichskriterien, wie z. B. Preis, Bauvolumen und Masse, müssen Sie manuell vergleichen. Mit diesen Informationen kann gemeinsam mit dem Kunden die optimale Antriebslösung gewählt werden. (📖 60)

Application Tuner

Mit der Funktion [Application Tuner](#) können Sie auf Basis einer gefundenen Antriebslösung (Referenz) den Betrieb unter anderen Bedingungen (z. B. Not-Halt-Szenarien) oder mit unterschiedlichen Parametern (z. B. verschiedene Rezepturen, andere Materialien, alternatives Bewegungsprofil) prüfen und mit der Referenz vergleichen. (📖 58)

Die per Application Tuner gefundene Antriebslösung können Sie in DSD protokollieren und als separates Projekt speichern.

7.23.4 Zugkraftgesteuerter Wickelantrieb

Bei einem Wickelantrieb bildet das statische Drehmoment M_{stat} die Zugkraft. In den Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen benötigt der Antrieb zusätzlich ein dynamisches Drehmoment M_{dyn} .

Damit in den Beschleunigungsphasen keine Zugkraftüberhöhungen oder Materiallosse auftreten, sollte bei zugkraftgesteuerten Wicklern der dynamische Anteil des Drehmoments kleiner als der stationäre Anteil sein. Bei guter und reproduzierbarer Störgrößenkompensation kann der dynamische Anteil etwas größer als der stationäre Anteil sein. Kritische Phasen sind Beschleunigungen beim Anwickeln auf eine leere Rolle mit minimaler Zugkraft.

- Richtwert: $M_{\text{dyn}} < 1 \dots 3 \times M_{\text{stat}}$

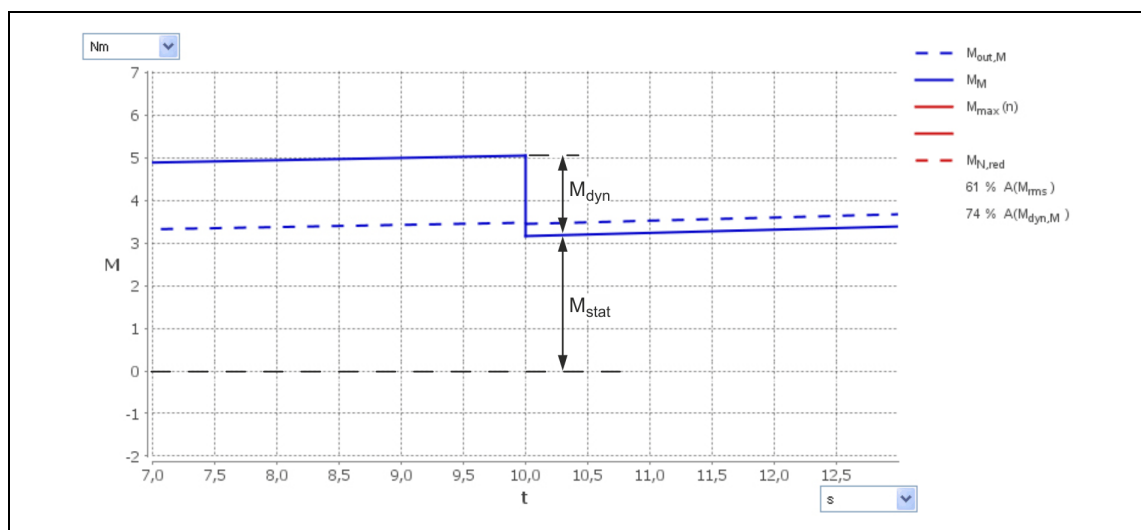


Tipp!

So können Sie das dynamische Drehmoment begrenzen:

- Moderate Beschleunigungs- und Verzögerungszeiten wählen
- S-förmiges Bewegungsprofil erstellen

Das Verhältnis $M_{\text{dyn}}/M_{\text{stat}}$ können Sie in der Drehmoment-Zeit-Kennlinie des Motors ablesen. Legen Sie den Antrieb vollständig aus und vergrößern Sie den Anfang der Kennlinie (Anlaufzeit), um das dynamische Drehmoment zu erkennen. Verwenden Sie die Zoom-Funktion. [Diagramme zu den Komponenten](#) (433)



[7-248] Drehmoment-Zeit-Kennlinie des Motors

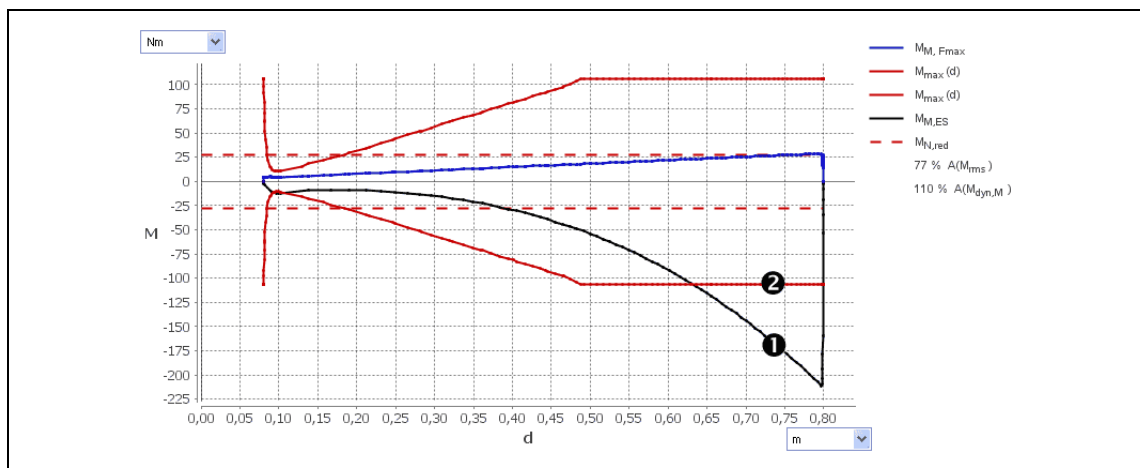
7.23.5 Not-Halt-Szenarien prüfen

DSD kann Not-Halt-Szenarien nur teilweise prüfen. Auf der Bedienoberfläche und im DSD-Protokoll erscheint dazu ein Hinweis.

**Hinweis!**

Das geforderte Drehmoment für Not-Halt ist größer als das verfügbare Antriebsdrehmoment.

- Der Drehmomentbedarf für Not-Halt wird berechnet und im durchmesserabhängigen Drehmoment-Diagramm des Motors dargestellt. Die Berechnung basiert auf der Not-Halt-Zeit, einem linearen Bewegungsprofil und einer Zugkraft = 0 N (Materialriss).
- Die thermische Auslastung der Antriebskomponenten wird nicht geprüft.
- Bremskreise werden nicht ausgelegt.



[7-249] Diagramm Motor: Wickler Drehmoment (durchmesserbezogen)

Beschreibung	
❶	Benötigtes Drehmoment für Not-Halt
❷	Max. verfügbares Antriebsdrehmoment

Bei den notwendigen zusätzlichen Prüfungen kann der *Application Tuner* unterstützen. [Application Tuner](#) (📖 58)

7.23.6 Daten der Anwendung

Im Auslegungsschritt *Daten der Anwendung* geben Sie die anwendungsspezifischen Daten ein.

7.23.6.1 Wickler-Regelungsverfahren

Eine Assistenzfunktion in DSD unterstützt Sie bei der optimalen Auslegung des Wickelantriebs und der Auswahl der Komponenten. DSD zeigt Meldungen (Tipps, Hinweise oder Warnungen) an, wenn die weitere Auslegung bestimmte Einstellungen beeinflusst:

- Wickler-Regelungsverfahren
- Daten der Anwendung und Bewegung
- Regelungsart des Umrichters

Die Meldungen sind auch im DSD-Protokoll enthalten.

Parameter	Beschreibung
Mode	• Zugkraftsteuerung (M) • Tänzerlageregelung(n) • Zugkraftregelung (M) • Zugkraftregelung (n) • Geschwindigkeitsregelung (n)

Übersicht

	Zugkraftsteuerung (M)	Zugkraftregelung (M) ¹⁾	Zugkraftregelung (n) ¹⁾	Tänzerlageregelung (n)	Geschwindigkeitsregelung (n)
Wickler-Regelungsverfahren					
Verfahren Motorregelung	Drehmomentsteuerung	Drehmomentsteuerung	Drehzahlregelung	Drehzahlregelung/ Drehzahlsteuerung	Drehzahlsteuerung/ Drehzahlregelung

	Zugkraftsteuerung (M)	Zugkraftregelung (M) ¹⁾	Zugkraftregelung (n) ¹⁾	Tänzerlageregelung (n)	Geschwindigkeitsregelung (n)
Beschreibung	Indirekte Zugkraftsteuerung über das Antriebsdrehmoment mit Störgrößenkompensation (Reibung, Beschleunigung).	Drehmomentgesteuertes Verfahren mit überlagertem Zugregelkreis und Störgrößenkompensation (Reibung, Beschleunigung). Der Zugkraftistwert wird über einen Sensor an der Materialbahn erfasst.	Drehzahlgeregeltes Verfahren mit überlagertem Zugregelkreis und Störgrößenkompensation (Reibung, Beschleunigung). Der Zugkraftistwert wird über einen Sensor an der Materialbahn erfasst.	Zugkraftsteuerung über Tänzer. Der Antrieb wird drehzahl- und lagegeregelt betrieben. Weitere Aufgaben des Tänzers: Erfassung Lageistwert. Materialspeicher zur Kompensation von Exzentrizitäten der Wickelrolle (z. B. beim Abwickler) und von Unstetigkeiten.	Die Zugkraft wird vom vorgelagerten System bestimmt. Der Wickler arbeitet als Master im Antriebsverbund und fördert das Material mit konstanter Umfangsgeschwindigkeit. Die Umfangsgeschwindigkeit wird geregelt, die Drehzahl wird gesteuert oder geregelt.
Einsatzbereich	Universelles, kostengünstiges Wickelverfahren für geringe bis hohe Anforderungen an Zugkraftgüte und Zugkraftverlauf.	Wickelverfahren für hohe Anforderungen an Zugkraftgüte und Zugkraftverlauf.	Wickelverfahren für hohe Anforderungen an Zugkraftgüte und Zugkraftverlauf.	Universelles, kostengünstiges Wickelverfahren für geringe bis hohe Anforderungen an Zugkraftgüte und Zugkraftverlauf. Gut geeignet für exzentrische Wickelrollen, z. B. bei Abwicklern.	Abwickler für Bandspaltanlagen.
Regelungsart					
SC					
Aufwickler/Abwickler	++/++	++/++	++/++	++ ³⁾ /++ ³⁾	++ ³⁾ /++ ³⁾
VFC plus ohne Geber					
Aufwickler/Abwickler	-/-	-/-	-/-	O/O	O/O
SLVC					
Aufwickler/Abwickler	O/-	-/-	-/-	O/-	O/-
VFC plus mit Geber					
Aufwickler/Abwickler	O/-	-/-	-/-	O/O	O/O
VFC plus eco					
Aufwickler/Abwickler	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

++ Gut geeignet

O Eingeschränkt geeignet

- Nicht geeignet

¹⁾ [Vergleich zugkraftgeregelter Wickler-Regelungsverfahren](#) (219)

²⁾ Durchmessererfassung, z. B. mit Ultraschallsensor (optional)

³⁾ Motorgeber erforderlich

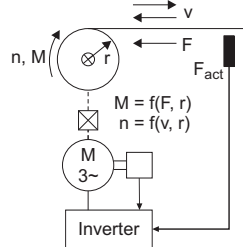
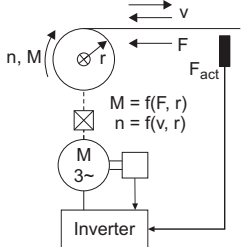
SC Servoregelung

VFC plus U/f-Steuerung

VFC plus eco U/f-Steuerung mit energetisch optimierter Feldeinprägung im Teillastbereich

SLVC Sensorlose Vectorregelung

Vergleich zugkraftgeregelter Wickler-Regelungsverfahren

Anforderung	Zugkraftregelung (M)	Zugkraftregelung (n)	Bemerkung
Wickler-Regelungsverfahren			
Beschreibung	Drehmomentgesteuertes Verfahren mit Kompensation der Störgrößen Reibung und Beschleunigung	Drehzahlgeregeltes Verfahren (optional mit Kompensation der Störgrößen Reibung und Beschleunigung auf dem Drehmomentsollwert)	Beide Regelungsverfahren eignen sich für anspruchsvolle Wickelanwendungen mit hoher Zugkraftkonstanz und großen Stellbereichen
Zugkraft-/ Drehmomentstellbereich	max. 100	keine Obergrenze	
Beschleunigungsverhalten	+++	+++	Beide Verfahren verfügen über Beschleunigungskompensation
Verhalten bei Ausfall des Zugkraftsensors	+++ (Betrieb im Notfall möglich)	– (Betrieb nicht möglich)	
Kombinierte Wickler-Regelungsverfahren: Geregelt für untere und gesteuert für obere Zugkraftstellbereiche	+++	–	Anwendung bei großem Materialsektor mit großem Zugkraftstellbereich
Regelverhalten in Abhängigkeit der Materialelastizität	geeignet bei keiner oder geringer Materialelastizität (z. B. Metallbänder, Metallfolien, Bleche, Glasvliese)	geeignet bei mittlerer Materialelastizität, z. B. Papier, Folien, kaschiertes Verbundmaterial	Zugkraftsensor ist wegloses Erfassungssystem
Einfluss der Reibung auf Zugkraft-/ Drehmomentstellbereich	+ (großer Einfluss)	+++ (geringer bis keinen Einfluss)	
Eignung für Abwickler mit exzentrischen Wickelballen	++ (unsensibles Verhalten)	O (sensibles Verhalten)	Bei längerer Lagerung können sich Wickelballen exzentrisch verformen
Systemmanagement bei Materialriss	++	+++	
Regelungstechnische Anforderungen	mittel	hoch	Adaptierungen an variables Massenträgheitsmoment, variable Drehzahl
Erforderliche Geberauflösung	mittel	hoch	
Genauigkeit beim Erfassen der Liniengeschwindigkeit	mittel	hoch	Ursachen für Differenzen zwischen tatsächlicher und erfasster Geschwindigkeit: beschichtete Quetschwalzen, Schlupf zwischen Material und Walze, Toleranzen in der Materialstärke

+++ Sehr gut geeignet

++ Gut geeignet

+ Geeignet

O Eingeschränkt geeignet

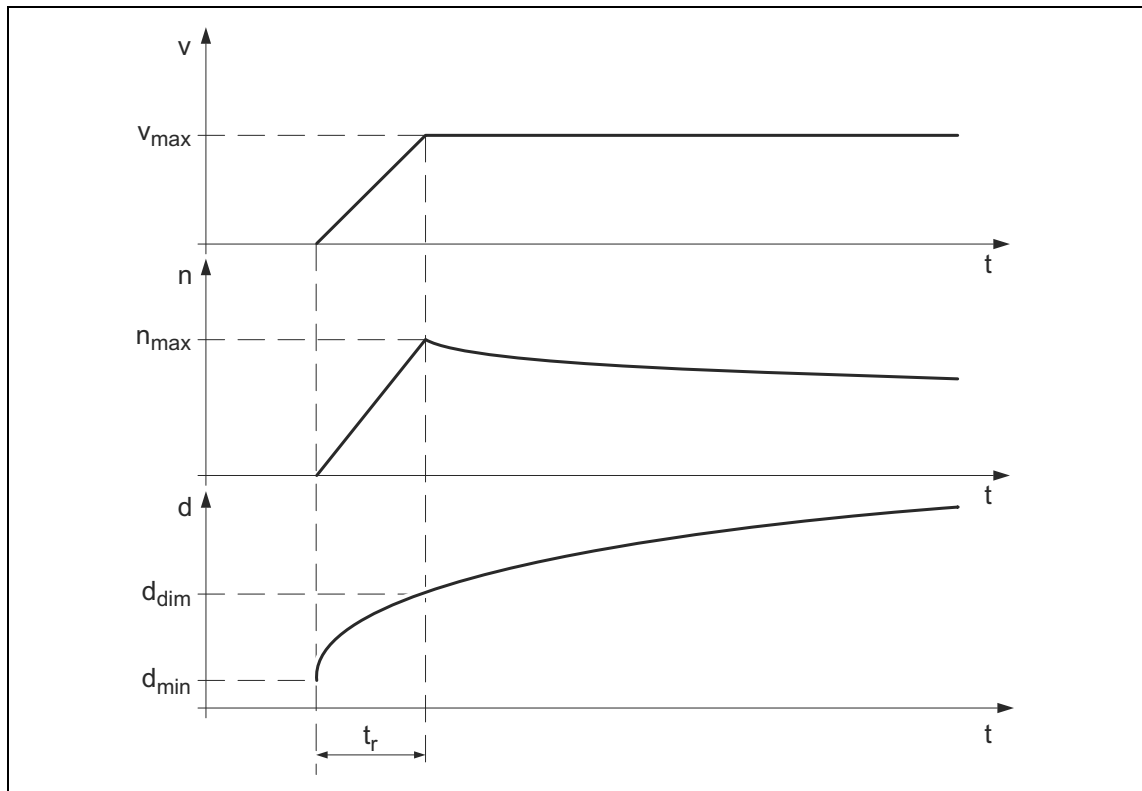
– Nicht geeignet

7.23.6.2 Min. Wickeldurchmesser (Aufwickler)

Parameter	Beschreibung
$d_{\min}$	Kleinsten Wickeldurchmesser zu Beginn des Aufwickelns (Anfangsdurchmesser)

Dimensionierungsdurchmesser

Der Dimensionierungsdurchmesser ist der Durchmesser der sich am Ende der Hochlaufphase einstellt. DSD ermittelt diesen Wert automatisch und berücksichtigt ihn bei der Antriebsauslegung.



$d_{\min}$	Min. Wickeldurchmesser (Anfangsdurchmesser)
$d_{\dim}$	Dimensionierungsdurchmesser
$n_{\max}$	Max. Drehzahl Wickelantrieb
$v_{\max}$	Max. Liniengeschwindigkeit
t_r	Hochlaufzeit

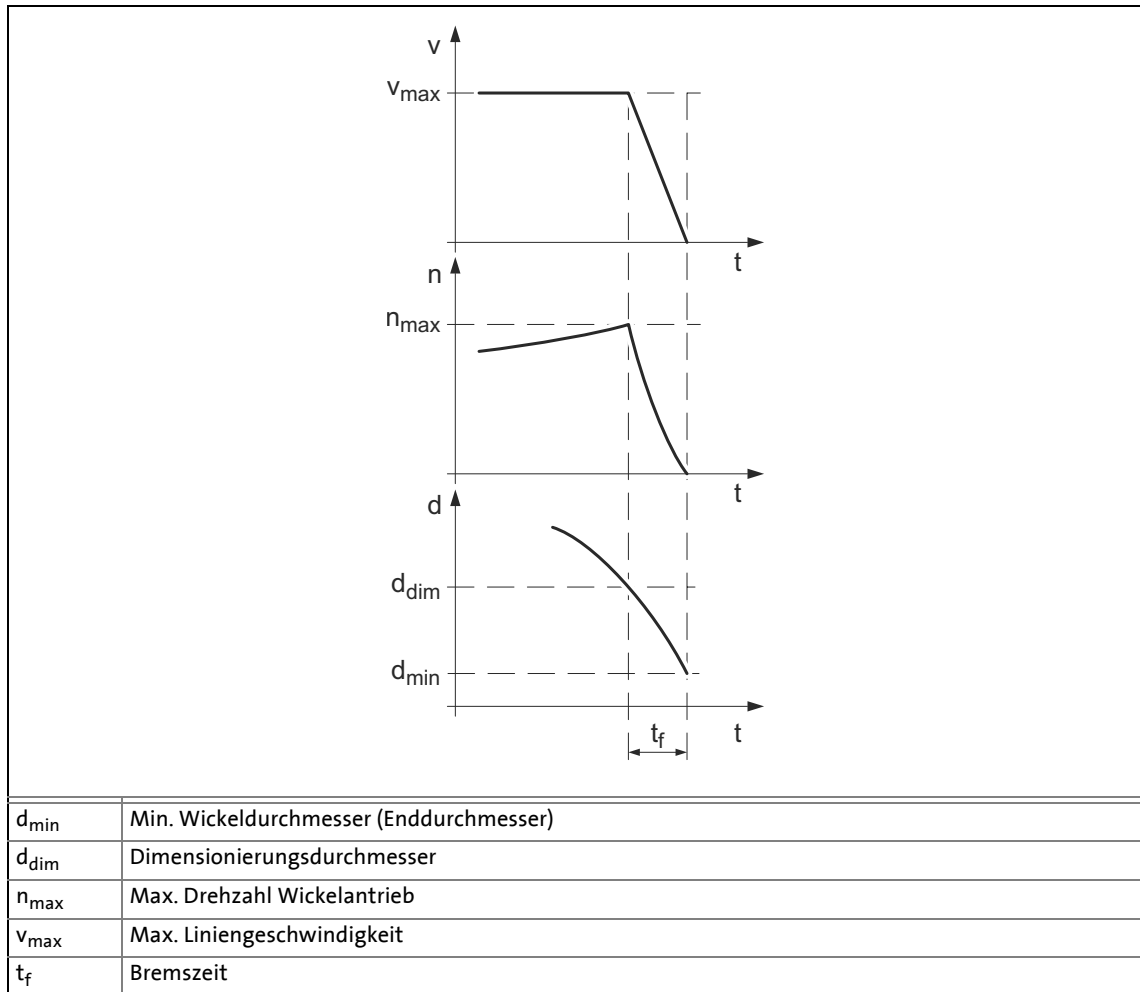
[7-250] Zunahme des Wickeldurchmessers in der Hochlaufphase ohne Drosselung der Wickelgeschwindigkeit

7.23.6.3 Min. Wickeldurchmesser (Abwickler)

Parameter	Beschreibung
$d_{\min}$	Kleinsten Wickeldurchmesser am Ende des Abwickelns (Enddurchmesser)

Dimensionierungsdurchmesser

Der Dimensionierungsdurchmesser ist der Durchmesser der sich zu Beginn der Bremsphase einstellt. DSD ermittelt diesen Wert automatisch und berücksichtigt ihn bei der Antriebsauslegung.



[7-251] Abnahme des Wickeldurchmessers in der Bremsphase ohne Drosselung der Wickelgeschwindigkeit

7.23.6.4 Max. Wickeldurchmesser

Parameter	Beschreibung
$d_{\max}$	- Aufwickler: Durchmesser des fertig produzierten Wickels. - Abwickler: Durchmesser des Wickels bei Beginn des Abwickelns.

7.23.6.5 Max. Materialbreite

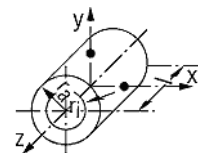
Parameter	Beschreibung
$b_{\max}$	Maximale Breite des Wickels bzw. des Spulenkörpers.

Aus Masse und Durchmesser des Wickelballens die Materialbreite ermitteln

Eine Auslegung des Antriebs ist auch möglich, wenn nur die Masse, der min. und max. Wickeldurchmesser bekannt sind.

Aus den Daten der Anwendung berechnet DSD das Trägheitsmoment des Wickelballens und verwendet diesen Wert für die weitere Auslegung. Die Formel [7-252] zur Berechnung des Trägheitsmoments zeigt die Größen, mit denen der Wickelballen für die Auslegung beschrieben wird.

$J = \frac{m}{2} \cdot (r_a^2 + r_i^2)$	
J	Trägheitsmoment Wickelballen
m	Masse Wickelballen
$r_a = d_{\max}$	Max. Wickeldurchmesser
$r_i = d_{\min}$	Min. Wickeldurchmesser



[7-252] Berechnung des Trägheitsmoments

Wenn die Größen m , $d_{\max}$, $d_{\min}$ gegeben sind und ρ annähernd bekannt ist, können Sie mit dem Masserechner in DSD die max. Materialbreite $b_{\max}$ iterativ ermitteln.

**So ermitteln Sie die max. Materialbreite:**

1. Auf das Symbol  klicken oder den Befehl **Werkzeuge→Masserechner...** wählen, um den Masserechner zu öffnen.
 - Das Dialogfeld *Masserechner* wird angezeigt:
2. Im Auswahlfeld **Körper** *Dickwandiger Hohlzylinder* wählen.
3. Die Werte für Außendurchmesser ($d_{\max}$), Innendurchmesser ($d_{\min}$) und Dichte (ρ) eingeben.
4. Im Eingabefeld **Länge** den Wert näherungsweise ändern, bis im Feld **Ergebnis** das geforderte Gewicht angezeigt wird.
 - Sie können zusätzlich den Wert für die Dichte anpassen, um ein genaues Ergebnis zu erzielen.
5. In den Auslegungsschritt *Daten der Anwendung* wechseln und die ermittelten Werte für max. Materialbreite (Länge) und Dichte eingeben.

**Hinweis!**

- In der Skizze des Antriebsstangs, bei den Daten der Anwendung können Sie die Masse $m_{\text{mat,max}}$ des Wickelballens ablesen.
- Da die max. Materialbreite und Dichte nicht gegeben sind, sondern iterativ ermittelt wurden, müssen Sie diese Daten im DSD-Protokoll entfernen und stattdessen die Masse des Wickelballens eintragen.

7.23.6.6 Mittlere Materialdichte

Parameter	Beschreibung
ρ	Spezifische Dichte des Wickelmaterials • Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ▶ Physikalische Beiwerte (488)  Dichte Wickelmaterialien

7.23.6.7 Min. Materialstärke (Aufwickler)

Parameter	Beschreibung
$s_{\min}$	Werden unterschiedliche Materialdicken gewickelt, ist die kleinste Materialdicke einzugeben (worst case). • Mit diesem Wert berechnet DSD die Zunahme des Durchmessers in der Beschleunigungsphase von min. Wickeldurchmesser (Stillstand) auf Dimensionierungsdurchmesser (max. Geschwindigkeit).

Beim Wickelmaterial Papier ist gewöhnlich nur das Flächengewicht $[g/m^2]$ bekannt.

Umrechnung von Flächengewicht $[g/m^2]$ in Materialstärke $[s]$:

$s = \frac{m}{\rho \cdot 1000}$	
s	Materialstärke $[mm]$
m	Flächengewicht $[g/m^2]$
ρ	Dichte $[kg/dm^3]$ • Papier: $\rho = 0.9 \text{ kg/dm}^3$ ▶ Physikalische Beiwerte (488)

Beispiel:

$s = \frac{80}{0.9 \cdot 1000} = 0.088 \text{ mm}$	
m	80 g/m^2
ρ	0.9 kg/dm^3

7.23.6.8 Min. Materialstärke (Abwickler)

Parameter	Beschreibung
$s_{\min}$	Werden unterschiedliche Materialdicken gewickelt, ist die kleinste Materialdicke einzugeben (worst case). • Mit diesem Wert berechnet DSD die Abnahme des Durchmessers in der Bremsphase vom Dimensionierungsdurchmesser (max. Geschwindigkeit) auf min. Wickeldurchmesser (Stillstand).

7.23.6.9 Trägheitsmoment Spule und Wickelwelle

Parameter	Beschreibung
J_{Cor}	Trägheitsmoment der leeren Spule und Wickelwelle/Spulenaufnahme Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.23.6.10 Wirkungsgrad Wickelsystem und Wickelwelle

Parameter	Beschreibung
η	Mechanischer Wirkungsgrad der leeren Spule und Wickelwelle/Spulenaufnahme

7.23.7 Daten für die Bewegung

Im Auslegungsschritt *Bewegung* geben Sie die Daten für das Bewegungsprofil ein.

7.23.7.1 Max. Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
v_{max}	Max. Geschwindigkeit der Anwendung.

7.23.7.2 Hochlaufzeit

Parameter	Beschreibung
t_{acc}	Anlaufzeit vom Stillstand bis zur max. Geschwindigkeit v_{max} der Anwendung.  Zugkraftgesteuerter Wickelantrieb (📖 215)

7.23.7.3 Ablaufzeit

Parameter	Beschreibung
t_{dec}	Verzögerungszeit von der max. Geschwindigkeit v_{max} bis zum Stillstand.  Zugkraftgesteuerter Wickelantrieb (📖 215)

7.23.7.4 Max. Zugkraft bei $d_{\min}$ (Aufwickler)

Parameter	Beschreibung
$F_{\max}(d_{\min})$	Maximale Zugkraft bei minimalem Wickeldurchmesser.

Der Betreiber der Anlage kennt in der Regel die optimalen Werte für den Zugkraftbereich $F_{\max}(d_{\min})$ bis $F_{\max}(d_{\max})$ und ggf. Zugkraftabfall bei Aufwicklern. Er ist mit seinem technologischen Wickelprozess und dem zu wickelnden Material vertraut und hat Erfahrung mit diesen oftmals empirischen Daten.

Das Lenze-Buch "Antriebslösungen – Formeln, Auslegung und Tabellen" enthält im Kapitel 5.10 Empfehlungen für Zugkräfte für das Wickeln. Die Werte basieren auf langjährigen Erfahrungen aus vielen realisierten Wickelanwendungen.

- Über den Befehl **Werkzeuge→Formelsammlung** können Sie das Buch als PDF öffnen.

7.23.7.5 Max. Zugkraft bei $d_{\max}$ (Aufwickler)

Parameter	Beschreibung
$F_{\max}(d_{\max})$	Maximale Zugkraft bei maximalem Wickeldurchmesser.

Der Betreiber der Anlage kennt in der Regel die optimalen Werte für den Zugkraftbereich $F_{\max}(d_{\min})$ bis $F_{\max}(d_{\max})$ und ggf. den Zugkraftabfall bei Aufwicklern. Er ist mit seinem technologischen Wickelprozess und dem zu wickelnden Material vertraut und hat Erfahrung mit diesen oftmals empirischen Daten.

Das Lenze-Buch "Antriebslösungen – Formeln, Auslegung und Tabellen" enthält im Kapitel 5.10 Empfehlungen für Zugkräfte für das Wickeln. Die Werte basieren auf langjährigen Erfahrungen aus vielen realisierten Wickelanwendungen.

- Über den Befehl **Werkzeuge→Formelsammlung** können Sie das Buch als PDF öffnen.

7.23.7.6 Min. Zugkraft bei $d_{\min}$ (Aufwickler)

Parameter	Beschreibung
$F_{\min}(d_{\min})$	Minimale Zugkraft bei minimalem Wickeldurchmesser.

7.23.7.7 Max. Zugkraft bei $d_{\max}$ (Abwickler)

Parameter	Beschreibung
$F_{\max}(d_{\max})$	Maximale Zugkraft bei maximalem Wickeldurchmesser.

7.23.7.8 Min. Zugkraft (Abwickler)

Parameter	Beschreibung
$F_{\min}$	Minimale Zugkraft des Wickelantriebs

7.23.7.9 Form Bewegungsprofil

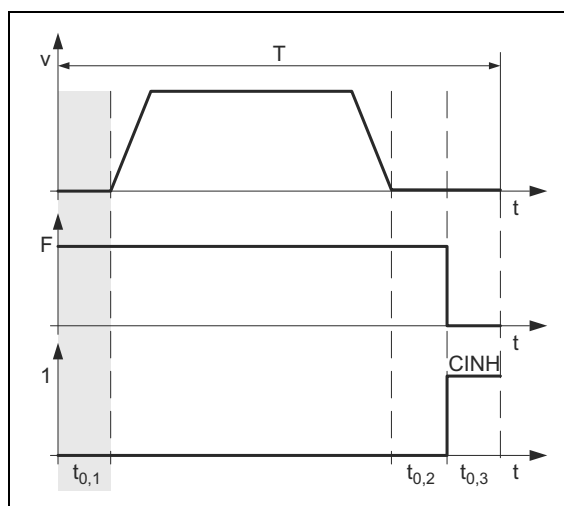
Parameter	Beschreibung
	• S-Verschleiß • Beim S-förmigen Bewegungsprofil wird die Beschleunigung linear ein- und ausgeblendet. Dadurch wird der Ruck begrenzt. Für Wickelantriebe empfohlen. • linear • Lineare Bewegungsprofile sind nicht ruckbegrenzend. Die Maximalwerte von Drehmoment und Drehzahl treten gleichzeitig auf. ► Zugkraftgesteuerter Wickelantrieb (□ 215)

7.23.7.10 Ruckverhältnis

Parameter	Beschreibung
	Ruckverhältnis für die Hochlaufzeit und Ablaufzeit. • Eine S-förmige Beschleunigung/Verzögerung besteht aus drei Abschnitten: • Einblenden der Beschleunigung/Verzögerung • Lineare Beschleunigung/Verzögerung • Ausblenden der Beschleunigung/Verzögerung • Mit dem Wert wird jeweils der Anteil der beiden Abschnitte Einblenden und Ausblenden festgelegt.

7.23.7.11 Stillstandszeit 1

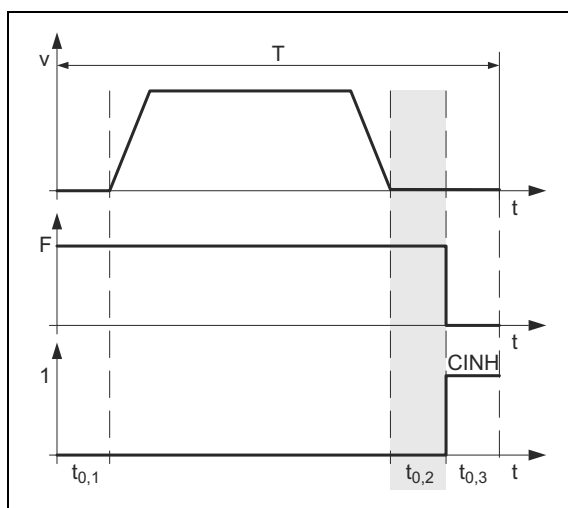
Parameter	Beschreibung
$t_{0,1}$	Stillstandszeit vor der Hochlaufphase in der bereits die max. Zugkraft $F_{\max}$ auf das Wickelmaterial wirkt. • Bedingung: $CINH = 0$



CINH	Regler gesperrt
F	Zugkraft des Wickelantriebs
T	Zyklus eines Wickelvorgangs
$t_{0,1}$	Stillstandszeit 1
$t_{0,2}$	Stillstandszeit 2
$t_{0,3}$	Stillstandszeit 3
v	Liniengeschwindigkeit

7.23.7.12 Stillstandszeit 2

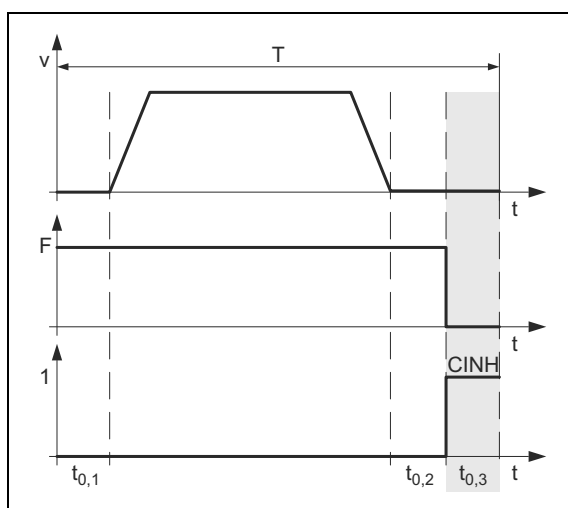
Parameter	Beschreibung
$t_{0,2}$	Stillstandszeit nach der Ablaufphase in der noch die max. Zugkraft $F_{\max}$ auf das Wickelmaterial wirkt. • Bedingung: $CINH = 0$



CINH	Regler gesperrt
F	Zugkraft des Wickelantriebs
T	Zyklus eines Wickelvorgangs
$t_{0,1}$	Stillstandszeit 1
$t_{0,2}$	Stillstandszeit 2
$t_{0,3}$	Stillstandszeit 3
v	Liniengeschwindigkeit

7.23.7.13 Stillstandszeit 3

Parameter	Beschreibung
$t_{0,3}$	Stillstandszeit nach dem Wickelvorgang in der keine Zugkraft ($F_{\max} = 0$) auf das Wickelmaterial wirkt. • Während der Stillstandszeit 3 ist der Regler immer gesperrt. Die thermische Belastung von Umrichter und Motor wird reduziert.



CINH	Regler gesperrt
F	Zugkraft des Wickelantriebs
T	Zyklus eines Wickelvorgangs
$t_{0,1}$	Stillstandszeit 1
$t_{0,2}$	Stillstandszeit 2
$t_{0,3}$	Stillstandszeit 3
v	Liniengeschwindigkeit

7.23.7.14 Bremse im Stillstand

Parameter	Beschreibung
Aktiv	• Ja: Die Bremse ist während der Stillstandszeiten 1 ... 3 aktiv. Bei aktivierter Bremse muss der Motor kein Drehmoment aufbringen. • Nein: Die Bremse ist während der Stillstandszeiten 1 ... 3 nicht aktiv.

7.23.7.15 Reglersperre im Stillstand

Parameter	Beschreibung
Aktiv	• Ja: Der Regler des Umrichters ist während der Stillstandszeiten 1 ... 3 gesperrt. Die thermische Belastung von Umrichter und Motor wird reduziert. • Nein: Der Regler des Umrichters ist während der Stillstandszeiten 1 ... 2 freigegeben. • Während der Stillstandszeit 3 ist der Regler immer gesperrt.

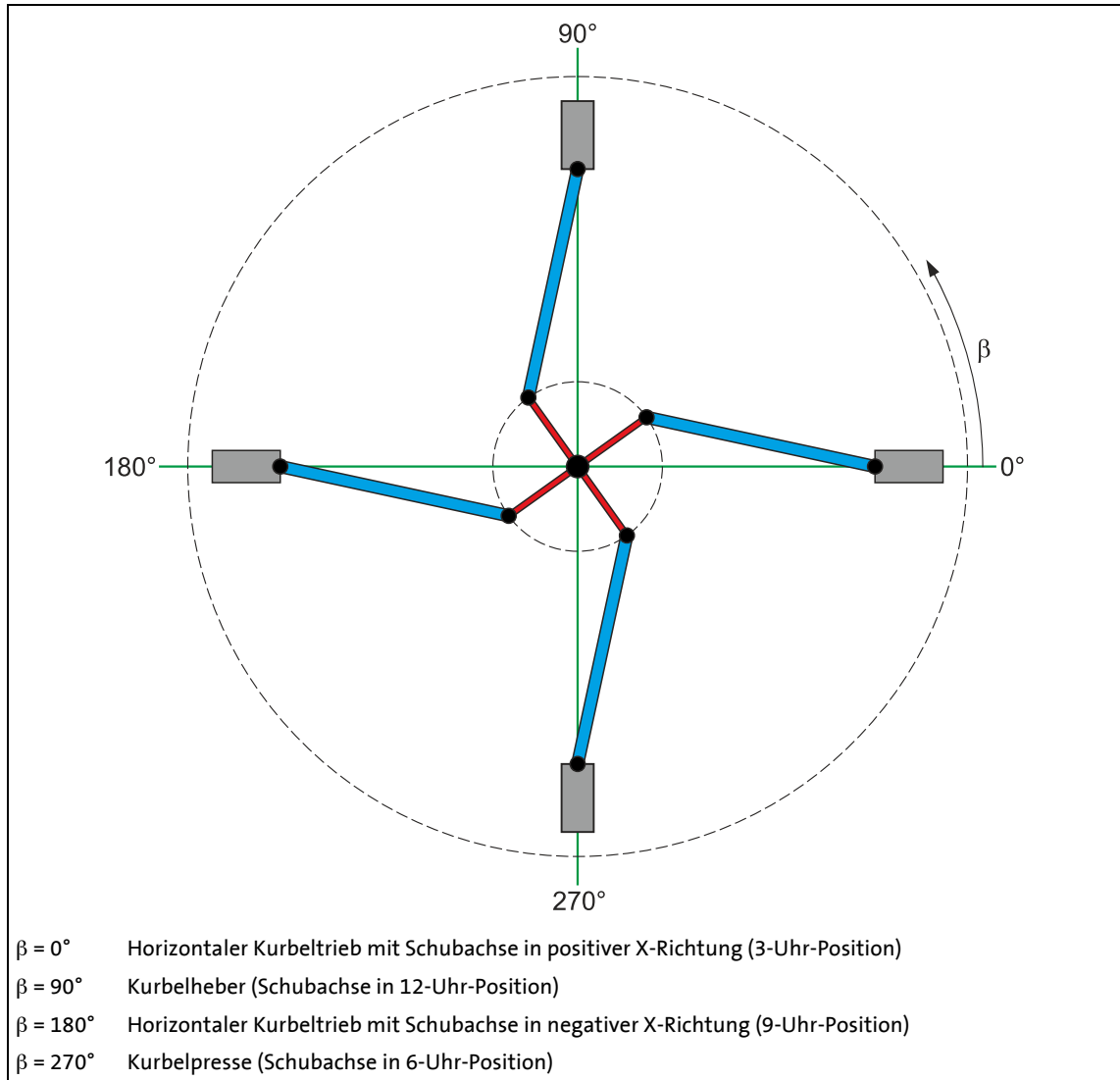
7.23.7.16 Not-Halt-Zeit (ohne Material, nur M-Berechnung)

Parameter	Beschreibung
t_{ES}	Verzögerungszeit bis der Antrieb stillsteht, z. B. bei Abriss der Materialbahn. • Berechnet wird nur das erforderliche Motordrehmoment. • Die Auslegung muss manuell geprüft werden.

7.24.1

Der Neigungswinkel β definiert die Orientierung der Schubachse:

- Ausrichtung in positiver X-Richtung definiert $\beta = 0^\circ$. Das entspricht einer Orientierung der Schubachse in 3-Uhr-Position.
- Der Neigungswinkel β ist positiv linksdrehend definiert.



[7-253] Neigungswinkel für die typischen Orientierungen



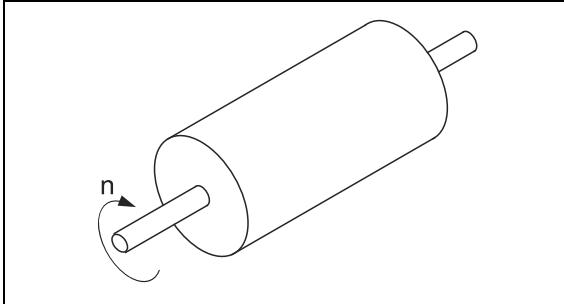
7.24.2

231

7.24.3 Startwinkel der Kurbel

Der Startwinkel ϕ_0 der Kurbel wird angegeben in Bezug zur Orientierung der Schubachse.

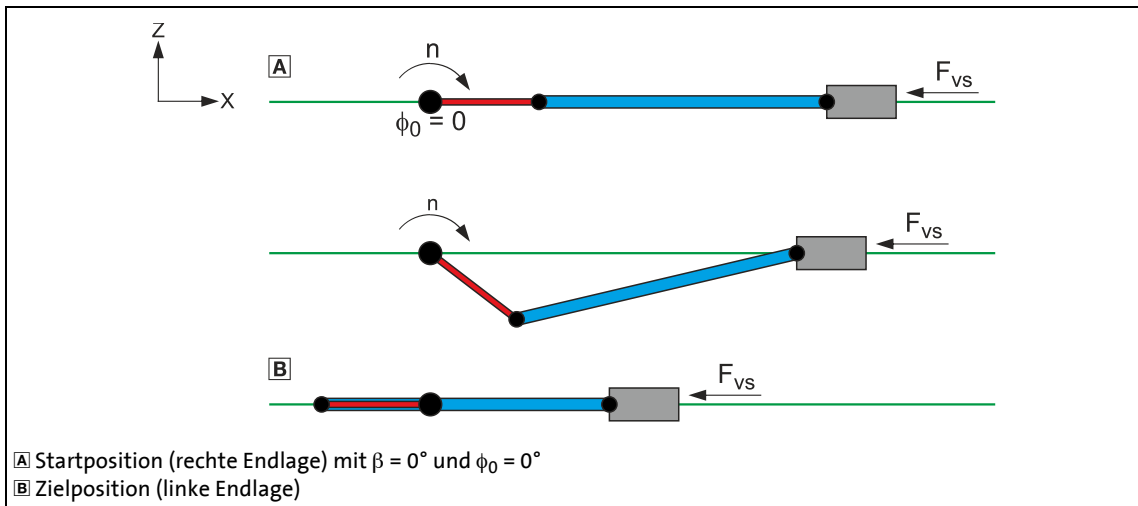
- Der Startwinkel ϕ_0 ist positiv rechtsdrehend definiert.
- Die Antriebsdrehzahl n wird positiv rechtsdrehend definiert.



Ausgehend vom Blick auf die Stirnseite der Motorwelle wird die Drehzahl n am Antrieb positiv rechtsdrehend angenommen.

Daraus folgt die positiv rechtsdrehende Definition des Winkels ϕ und des Startwinkels ϕ_0 der Kurbel.

Bei einem Startwinkel $\phi_0 = 0$ zeigt die Kurbel in die gleiche Richtung wie die Schubstange:



[7-255] Beispiel: Horizontaler Pleuellagerungsmechanismus ohne Versatz der Schubachse

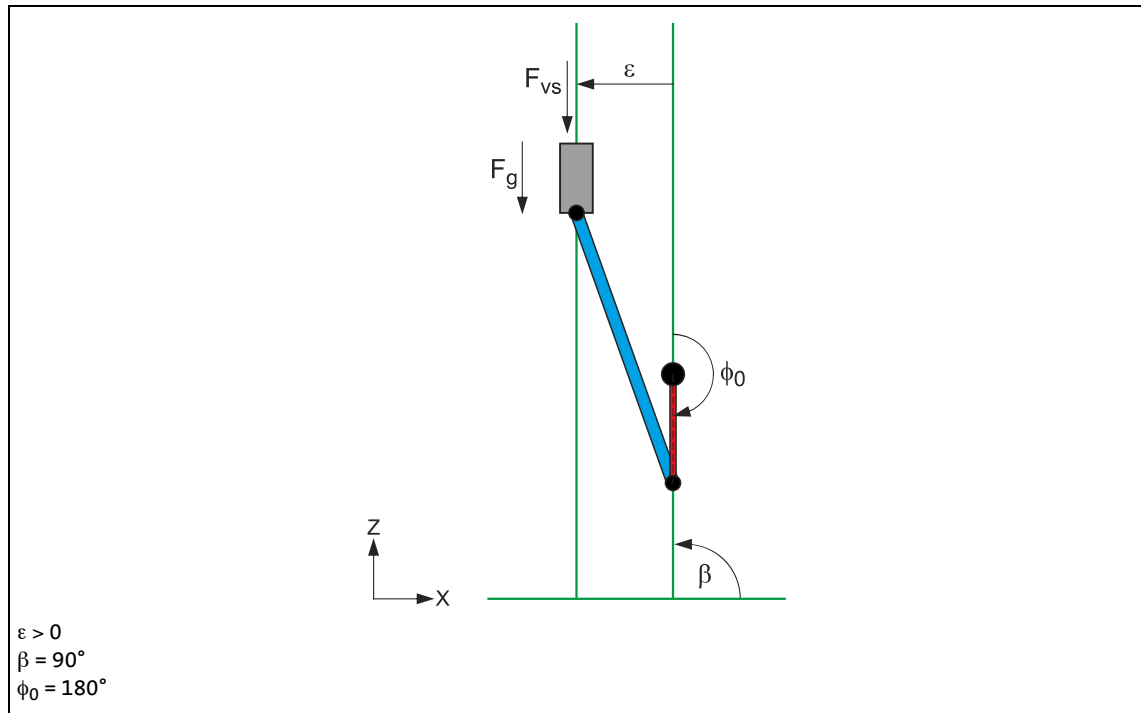
7.24.4 Versatz der Schubachse

ε definiert den Versatz zwischen der Schubachse und der Achse, in der sich das Antriebslager der Kurbel befindet.

In den meisten Anwendungsfällen gibt es keinen Versatz der Schubachse ($\varepsilon = 0$). Für Anwendungsfälle mit Versatz der Schubachse ($\varepsilon \neq 0$) ist die Parametrierung in diesem Kapitel beschrieben.

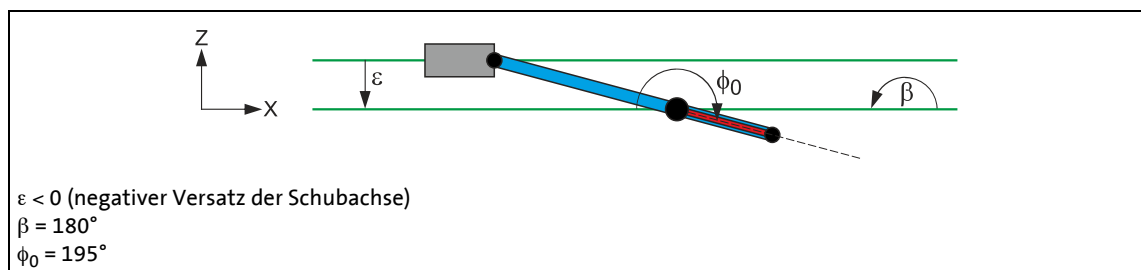
Bei einem Neigungswinkel $\beta = 0^\circ$ und einer Verschiebung in die positive Z-Richtung ist der Parameterwert ε positiv (siehe Abbildung [\[7-259\]](#)).

Schubachse mit einem Versatz $\varepsilon > 0$:



[7-257] Beispiel: Kurbelheber mit Versatz der Schubachse

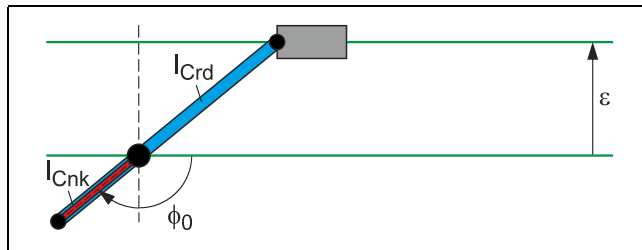
Schubachse mit einem Versatz $\varepsilon < 0$:



[7-258] Beispiel: Horizontaler Kurbeltrieb mit Orientierung der Schubachse in negativer X-Richtung

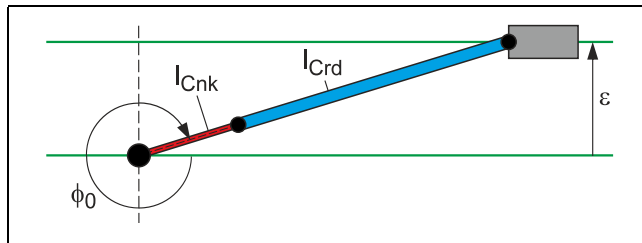
Typischerweise führt ein Kurbeltrieb eine Bewegung zwischen dem unteren und oberen Totpunkt oder zwischen zwei horizontalen Endlagen aus.

Bei Konstruktionen mit einem Versatz ε der Schubachse muss deshalb der Startwinkel ϕ_0 über trigonometrische Funktionen aus der Länge l_{Cnk} der Kurbel, der Länge l_{Crd} des Pleuels und dem Versatz ε ermittelt werden.



[7-259] Berechnung des Startwinkels für die linke horizontale Endlage

$$\Phi_0 = \arccos\left(\frac{\varepsilon}{l_{Crd} - l_{Cnk}}\right) + 90^\circ$$



[7-260] Berechnung des Startwinkels für die rechte horizontale Endlage

$$\Phi_0 = -\arcsin\left(\frac{\varepsilon}{l_{Crd} + l_{Cnk}}\right)$$

7.24.5 Regelungsarten für Kurbeltriebe

Für Kurbeltriebe empfohlene Regelungsarten:

- Mit Rückführsystem:
 - SC (Servoregelung)
 - VFC plus (U/f-Steuerung)
- Ohne Rückführsystem:
 - VFC plus (U/f-Steuerung)

7.24.6 Berechnete Ergebnisse

	Beschreibung	
$m_{\text{sum,max}}$	Max. bewegte Masse	Die maximal bewegte Masse an der Schubstange setzt sich zusammen aus der fixen Masse m_{slid} der Schubstange und der variablen Masse m_l der Nutzlast. Die Massen von Kurbel und Pleuel werden hier nicht addiert. Sie werden aber bei der Ermittlung des Drehmomentbedarfs berücksichtigt.
J_{max}	Max. Lastträgheitsmoment	Das Lastträgheitsmoment berücksichtigt die Massen aller bewegten Körper (Schubstange, Nutzlast, Kurbel, Pleuel) sowie das zusätzliche Trägheitsmoment J_{add} . Das max. Lastträgheitsmoment dient zur Ermittlung des Lastabstimmungsfaktors. Die Berechnung erfolgt über eine Näherungsformel.
s	Weg/Strecke der Schubstange	Die Strecke, die die Schubstange mit dem Schlitten und der Nutzlast zurücklegt, beginnt zu Beginn des Verfahrzyklus bei null.

7.24.7 Daten für die Eingabe

7.24.7.1 Länge Kurbel

Parameter	Beschreibung
l_{Cnk}	Wirksame Länge der Kurbel zwischen dem Antriebslager und dem Gelenk mit dem Pleuel.

7.24.7.2 Länge Pleuel

Parameter	Beschreibung
l_{Crd}	Wirksame Länge des Pleuels zwischen dem Gelenk mit der Kurbel und dem Gelenk mit der Schubstange.

7.24.7.3 Masse Schubstange

Parameter	Beschreibung
m_{Sld}	Masse der Schubstange ohne Nutzlast Der Wert kann direkt eingegeben oder mittels Masserechner berechnet werden.  Masserechner (📖 469)

7.24.7.4 Startwinkel Kurbel

Parameter	Beschreibung
ϕ_0	Der Startwinkel der Kurbel wird mit Bezug zur Orientierung der Schubachse angegeben. ► Startwinkel der Kurbel (📖 232)

7.24.7.5 Neigungswinkel

Parameter	Beschreibung
β	Neigungswinkel der Schubachse. Es gilt: $\beta = 0^\circ$ Horizontaler Kurbeltrieb mit Schubachse in 3-Uhr-Position $\beta = 180^\circ$ Horizontaler Kurbeltrieb mit Schubachse in 9-Uhr-Position $\beta = 90^\circ$ Kurbelheber mit Schubachse in 12-Uhr-Position $\beta = 270^\circ$ Kurbelpresse mit Schubachse in 6-Uhr-Position ► Neigungswinkel des Kurbeltriebs (📖 230)

7.24.7.6 Masse Kurbel

Parameter	Beschreibung
m_{Cnk}	- Masse der Kurbel bei Ausführung als Kurbelstange - Die Kurbelstange wird als dünner Stab mit homogener Massenverteilung angenommen. Der Massenschwerpunkt befindet sich in der Mitte der Kurbel. - Bei Ausführung der Kurbel als Kurbelscheibe wird der Wert 0 eingegeben. - Angegeben wird das Trägheitsmoment J_{add}. Zusätzliches Trägheitsmoment (📖 237)

7.24.7.7 Masse Pleuel

Parameter	Beschreibung
m_{Crd}	Masse des Pleuels Das Pleuel wird als dünner Stab mit homogener Massenverteilung angenommen. Der Massenschwerpunkt befindet sich in der Mitte des Pleuels.

7.24.7.8 Reibungskoeffizient Führungsschiene

Parameter	Beschreibung
μ_{Gdn}	Gleitreibungskoeffizient der Führungsschiene Wert kann direkt eingegeben oder in der Tabelle "Physikalische Beiwerte" ausgewählt werden. ► Physikalische Beiwerte (📖 488)  Gleitreibungskoeffizient

7.24.7.9 Versatz der Schubachse

Parameter	Beschreibung
ε	Versatz zwischen der Schubachse und der Achse, in der sich das Antriebslager der Kurbel befindet. Bei einem Neigungswinkel $\beta = 0^\circ$ und einer Verschiebung in die positive Z-Richtung ist der Parameterwert positiv. ► Versatz der Schubachse (📖 234)

7.24.7.10 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Das zusätzliche Trägheitsmoment wirkt am Antriebslager der Kurbel. - Ist die Kurbel als Kurbelscheibe ausgeführt, wird das Trägheitsmoment der Kurbelscheibe eingetragen. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.24.7.11 Drehzahl

Parameter	Beschreibung
n	Drehzahl am Antriebslager der Kurbel Wert wird im Auslegungsschritt Bewegung eingegeben.

7.24.7.12 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast Wert wird im Auslegungsschritt Bewegung eingegeben.

7.24.7.13 Gegenkraft

Parameter	Beschreibung
F_{vs}	Kraft, die der Bewegungsrichtung der Schubstange entgegenwirkt. Die Kraft wirkt an der Schubstange. • Wert wird im Auslegungsschritt Bewegung eingegeben. Das Vorzeichen der Gegenkraft bestimmt die Wirkrichtung. • Bei positiver Geschwindigkeit wirken • positive Werte entgegen der Bewegungsrichtung, • negative Werte mit der Bewegungsrichtung. • Bei negativer Geschwindigkeit wirken • positive Werte mit der Bewegungsrichtung, • negative Werte entgegen der Bewegungsrichtung.



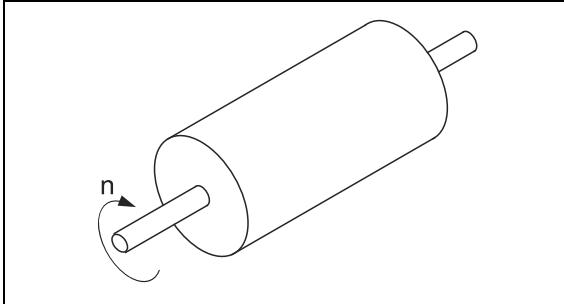
Hinweis!

Wirkt die Kraft unterstützend, ist das entgegengesetzte Vorzeichen einzugeben.

7.25.1 Startwinkel der Exzentrerscheibe

Der Startwinkel ϕ_0 der Exzentrerscheibe wird in Bezug zur Orientierung der Hubachse angegeben.

- Der Startwinkel ϕ_0 ist positiv rechtsdrehend definiert.
- Die Antriebsdrehzahl n ist positiv rechtsdrehend definiert.



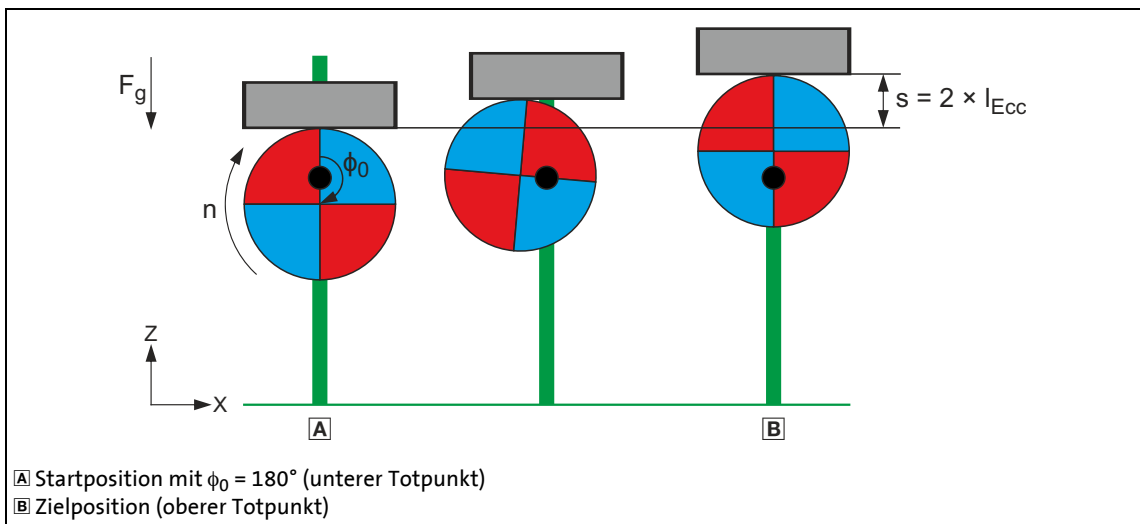
Ausgehend vom Blick auf die Stirnseite der Antriebswelle wird die Drehzahl n am Antrieb positiv rechtsdrehend angenommen.

Daraus folgt die positiv rechtsdrehende Definition des Winkels ϕ und des Startwinkels ϕ_0 der Exzentrerscheibe.

Typischer Bewegungsablauf eines Exzenterhubtisches

In der Startposition befindet sich der Hubtisch im unteren Totpunkt **A**. Nach einer halben Umdrehung (180°) der Antriebswelle (verbunden mit der Exzentrerscheibe) befindet sich der Hubtisch in der Zielposition im oberen Totpunkt **B**.

Bei einem Startwinkel $\phi_0 = 180^\circ$ zeigt die Exzentrerscheibe in die gleiche Richtung wie die Hubachse:



[7-261] Beispiel: Typischer Bewegungsablauf eines Exzenterhubtisches



Tipp!

Für die Bewegung von der Startposition zur Zielposition muss sich die Exzentrerscheibe um einen bestimmten Winkel (z. B. 180°) drehen.

- Soll ein getaktetes Drehzahlprofil vorgegeben werden, können Sie im *MotionDesigner* unter dem [Register "Profil"](#) im Bereich *Basiswerte* den Winkel eingeben. Dazu muss unter Vorgabe "Winkel/Zeit" eingestellt sein.

7.25.2 Daten für die Eingabe

7.25.2.1 Exzentrizität

Parameter	Beschreibung
l_{Ecc}	Versatz zwischen dem Antriebslager und dem Mittelpunkt der Exzenterzscheibe.

7.25.2.2 Masse Hubtisch

Parameter	Beschreibung
m_{Lft}	Masse des Hubtisches ohne Nutzlast. Der Wert kann direkt eingegeben oder mittels Masserechner berechnet werden.  Masserechner (📖 469)

7.25.2.3 Startwinkel Exzenterzscheibe

Parameter	Beschreibung
ϕ_0	Der Startwinkel der Exzenterzscheibe wird positiv rechtsdrehend angegeben mit Bezug zur Orientierung der Hubachse (Z-Achse). ► Startwinkel der Exzenterzscheibe (📖 240)

7.25.2.4 Masse Exzenterzscheibe

Parameter	Beschreibung
m_{Ecc}	Masse der Exzenterzscheibe mit Massenschwerpunkt im Mittelpunkt der Scheibe. Der Wert kann direkt eingegeben oder mittels Masserechner berechnet werden.  Masserechner (📖 469)

7.25.2.5 Zusätzliches Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{add}	Das zusätzliche Trägheitsmoment wirkt am Antriebslager, z. B. Trägheitsmoment der Exzenterzscheibe. Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (📖 471)

7.25.2.6 Drehzahl

Parameter	Beschreibung
n	Drehzahl an der Antriebswelle Wert wird im Auslegungsschritt Bewegung eingegeben.

7.25.2.7 Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
m_L	Masse der Nutzlast Wert wird im Auslegungsschritt Bewegung eingegeben.

7.25.2.8 Gegenkraft

Parameter	Beschreibung
F_{vs}	Kraft, die der Bewegungsrichtung entgegenwirkt. Die Kraft wirkt am Hubtisch. - Wert wird im Auslegungsschritt Bewegung eingegeben. Das Vorzeichen der Gegenkraft bestimmt die Wirkrichtung. - Bei positiver Geschwindigkeit wirken - positive Werte entgegen der Bewegungsrichtung, - negative Werte mit der Bewegungsrichtung. - Bei negativer Geschwindigkeit wirken - positive Werte mit der Bewegungsrichtung, - negative Werte entgegen der Bewegungsrichtung.



Hinweis!

Wirkt die Kraft unterstützend, ist das entgegengesetzte Vorzeichen einzugeben.

7.25.2.9 Max. bewegte Masse

Parameter	Beschreibung
$m_{sum,max}$	Die maximal bewegte Masse setzt sich zusammen aus der fixen Masse m_{Lft} des Hubtisches und der variablen Masse m_L der Nutzlast. Die Masse der Exzenter Scheibe wird hier nicht addiert. Sie wird aber bei der Ermittlung des Drehmomentbedarfs berücksichtigt.

7.25.2.10 Max. Lastträgheitsmoment

Parameter	Beschreibung
J_{max}	Das Lastträgheitsmoment oder Trägheitsmoment der Anwendung berücksichtigt die Massen aller bewegten Körper wie Hubtisch, Nutzlast und das zusätzliche Trägheitsmoment J_{add} . - Das max. Lastträgheitsmoment dient zur Ermittlung des Lastabstimmungsfaktors. - Für die Berechnung wird eine genäherte Formel verwendet.

7.25.2.11 Weg/Strecke Hubtisch

Parameter	Beschreibung
s	Die Strecke, die der Hubtisch mit der Nutzlast zurücklegt. Zu Beginn des Verfahrenzyklus beginnt die Strecke s bei null.

8

Bewegungsdesign

Das Bewegungsdesign beschreibt, wie sich die Anwendung bewegen soll. Unterschieden wird zwischen geradlinigen Bewegungen (translatorisch) und Drehbewegungen (rotatorisch).

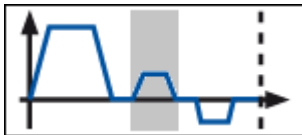
- Größen einer translatorischen Bewegung: Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung.
- Größen einer rotatorischen Bewegung: Drehwinkel, Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung.

Die folgenden Kapitel beschreiben die verschiedenen Möglichkeiten, wie Sie im DSD Bewegungsprofile für Ihren Antrieb erzeugen können.

8.1

Vorgabe Bewegungsprofil

Wählen Sie, wie Sie das Bewegungsprofil erstellen möchten.



Bewegungsprofil erstellen, importieren

Frei definierbares Bewegungsprofil. Damit lassen sich die Betriebsarten S8, S9 und S10 nachbilden. Die Bearbeitung erfolgt im [MotionDesigner](#) (☐ 244).

Sie haben mehrere Möglichkeiten, Bewegungsprofile zu erstellen:

- Parameter für Bewegung, Beschleunigung und ggf. Ruck eingeben.
- Lineare, trapezförmige oder S-förmige Teilprofile grafisch erstellen und zusammensetzen.
- Bereits vorhandene Bewegungsprofile im Imp-Format laden.
- Bewegungsprofile aus älteren DSD-Versionen im dpr-Format importieren.
- Betriebspunkte aus einer ASCII-Datei importieren.
 - Neben linearen Bewegungsprofilen können so auch S-förmige und $\sin^2$ -förmige Bewegungsprofile erzeugt werden.



[Vordefiniertes Bewegungsprofil nach Betriebsart](#) (☐ 289)

Bewegungsprofil nach VDE 0530. Wählbar sind die Betriebsarten S1, S2, S3 oder S6.

- Je nach Anlauf- und Verzögerungszeit lassen sich auch die Betriebsarten S4, S5 oder S7 nachbilden.

8.2

MotionDesigner

Mit dem *MotionDesigner* erstellen, bearbeiten und verwalten Sie Bewegungsprofile. Die beiden Möglichkeiten, den *MotionDesigner* zu öffnen, bieten eine flexible Anwendung. Entweder erstellen Sie ein Bewegungsprofil im Zuge einer Antriebsauslegung oder Sie verwenden ihn unabhängig davon.

Anwendungsbereiche:

Unabhängiger <i>MotionDesigner</i>	Anwendungsabhängiger <i>MotionDesigner</i>
• Bewegungsprofile für koordinierte Achsantriebe einer Mehrachsanwendung erstellen. • Einzelne, standardisierte Bewegungsprofile erstellen, importieren, bearbeiten und speichern. • Bewegungsprofile aller Antriebsachsen gleichzeitig erstellen und auf einer gemeinsamen Zeitachse koordinieren. • Jedes Bewegungsprofil kann separat gespeichert und in das Projekt der entsprechenden Antriebsachse geladen werden.	• Bewegungsprofil für die gewählte Anwendung erstellen. • Das Projekt kann eine einzelne Anwendung oder eine unkoordinierte Antriebsachse im Mehrachsverbund sein. • Der <i>MotionDesigner</i> wird automatisch geöffnet, wenn der Auslegungsschritt "Bewegung" erreicht wird.



So öffnen Sie den unabhängigen MotionDesigner:

- In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
- oder -
Den Befehl **Werkzeuge → MotionDesigner** ausführen.



So öffnen Sie den anwendungsabhängigen MotionDesigner:

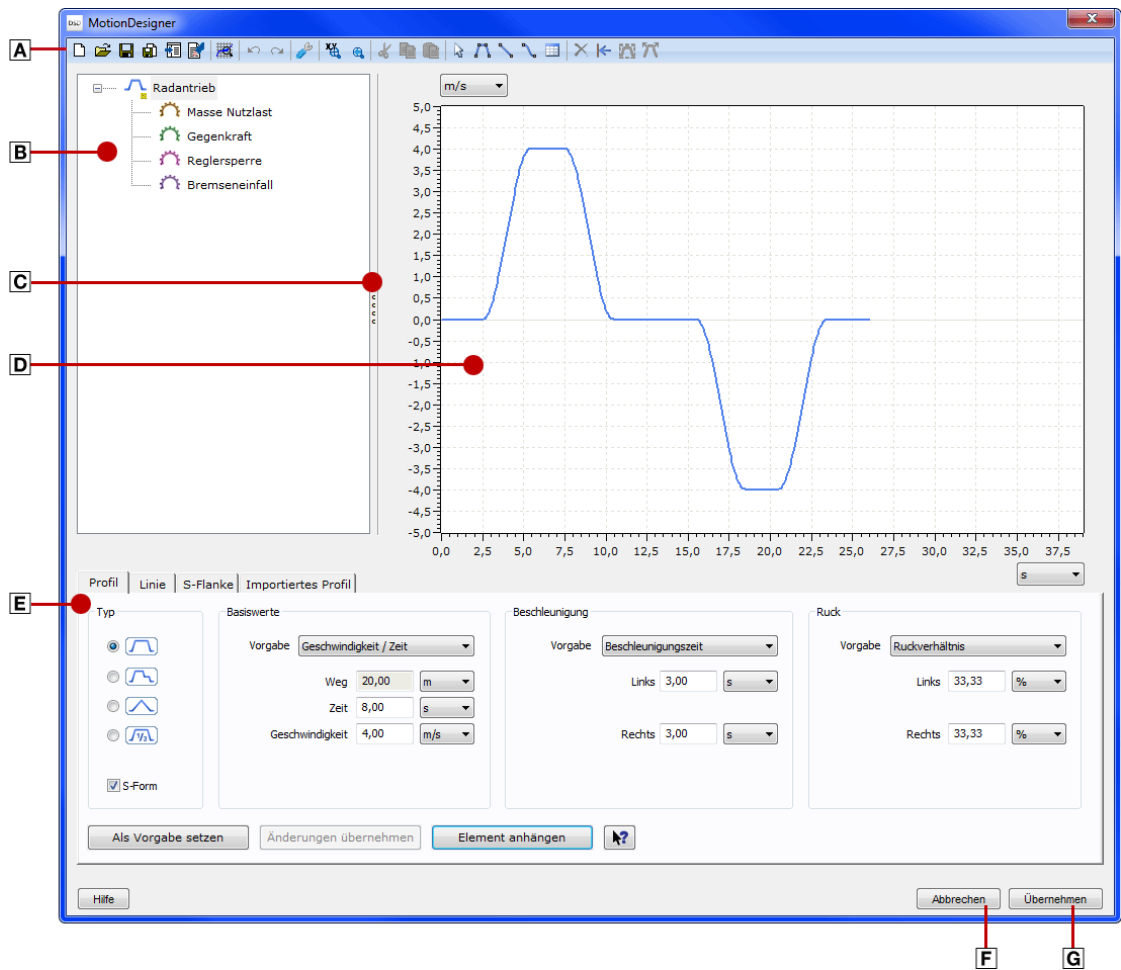
- Im Auslegungsschritt "Bewegung" auf die Schaltfläche **MotionDesigner** klicken.

Gesuchte Information schnell finden:

- [Steuer- und Funktionselemente](#) (📖 245)
- [Symbolleiste](#) (📖 246)
- [Objektbereich](#) (📖 248)
 - [Bewegungsprofil laden](#) (📖 253)
 - [Bewegungsprofil speichern](#) (📖 254)
 - [Bearbeitungsfunktionen](#) (📖 248)
 - [Objekteigenschaften](#) (📖 250)
 - [Profildaten exportieren](#) (📖 254)
 - [Profildaten importieren](#) (📖 255)
 - [Fehlermeldungen beim Importieren](#) (📖 257)
- [Bildschirmteiler](#) (📖 247)
- [Grafikbereich](#) (📖 258)
 - [Bewegungsprofil erstellen: Grundsätze](#) (📖 258)
 - [Parameterprofil erstellen: Grundsätze](#) (📖 259)
 - [XY-Achsen einstellen](#) (📖 260)
 - [Elemente erstellen und bearbeiten](#) (📖 261)
 - [Fehlermeldungen](#) (📖 265)
- [Parameterbereich: Beschreibung](#) (📖 266)
 - [Register "Profil"](#) (📖 267)
 - [Register "Linie": Bewegungsprofil](#) (📖 269)
 - [Register "Linie": Parameterprofil](#) (📖 270)
 - [Register "S-Flanke"](#) (📖 272)
 - [Register "Importiertes Profil"](#) (📖 273)

8.2.1 Steuer- und Funktionselemente

Die Benutzeroberfläche hat folgende Steuer- und Funktionselemente:



- A** [Symbolleiste](#) (246)
- B** [Objektbereich](#) (248)
- C** [Bildschirmteiler](#) (247)
- D** [Grafikbereich](#) (258)
- E** [Parameterbereich: Beschreibung](#) (266)
- F** Schaltfläche **Übernehmen** beim anwendungsabhängigen *MotionDesigner*
 - Änderungen übernehmen und *MotionDesigner* verlassen.
- Schaltfläche **Schließen** beim unabhängigen *MotionDesigner*.
 - *MotionDesigner* verlassen.
- G** Änderungen verwerfen und *MotionDesigner* verlassen.
 - Nur vorhanden beim anwendungsabhängigen *MotionDesigner*.

8.2.2 Symbolleiste

Klicken Sie auf ein Symbol, um die entsprechende Funktion auszuführen.

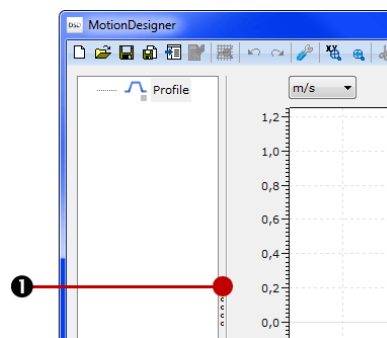
Symbol	Tastaturbefehl	Funktion
	<Strg>+<N>	Neues Bewegungsprofil erstellen.
	<Strg>+<O>	Bewegungsprofil laden. ▶ Bewegungsprofil laden (📖 253)
	<Strg>+<S>	Bewegungsprofil speichern. • Beim Speichern eines neu erstellten Bewegungsprofils, wird nach dem Zielort für die Imp-Datei gefragt. • Bei erneutem Speichern des Bewegungsprofils, wird die Imp-Datei aktualisiert. ▶ Bewegungsprofil speichern (📖 254)
	–	Bewegungsprofil mit Parameterprofilen aus einer ASCII-Datei importieren. ▶ Profildaten importieren (📖 255)
	–	Notiz zum Bewegungsprofil erstellen. • Die Notiz wird dem Auslegungsschritt "Bewegung" angehängt. • Die Funktion ist nur beim anwendungsabhängigen <i>MotionDesigner</i> verfügbar. ▶ Notizen (📖 38)
	<Entf>	Markiertes Element löschen. • Das Element wird endgültig gelöscht.
	–	Analyse der Anwendung. • Zeigt Diagramme und Wertetabellen über die eingegebenen und berechneten Werte, bezogen auf einen Zyklus des Bewegungsprofils. • Die Funktion ist nur im anwendungsabhängigen <i>MotionDesigner</i> verfügbar.
	<Strg>+<Z>	Letzte Aktion rückgängig machen.
	<Strg>+<Y>	Letzte rückgängig gemachte Aktion wiederherstellen.
	–	Voreinstellungen für das Dialogfeld. • Identisch mit dem Register "Bewegung" im DSD-Menü Extras→Einstellungen . ▶ Einstellungen (📖 43) ▶ Register "Bewegung" (📖 44)
	–	X-Achse und Y-Achse zoomen • Mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck über den zu vergrößernden Bereich aufziehen.
	–	Zurückkehren in die Standardansicht.
	<Strg>+<X>	Markiertes Element ausschneiden und in die Zwischenablage verschieben.
	<Strg>+<C>	Markiertes Element in die Zwischenablage kopieren.
	<Strg>+<V>	Element aus der Zwischenablage einfügen.
	–	Element auswählen oder ein aktives Symbol deaktivieren.
	–	Trapezförmiges Element zeichnen. • Das Register "Profil" enthält eine Auswahl an trapezförmigen Elementen. ▶ Elemente erstellen und bearbeiten (📖 261) ▶ Parameterbereich: Beschreibung (📖 266)

Symbol	Tastaturbefehl	Funktion
	–	Linie zeichnen. ▶ Elemente erstellen und bearbeiten (📘 261)
	–	S-förmiges Element zeichnen. ▶ Elemente erstellen und bearbeiten (📘 261)
	–	Einzelnes Bewegungsprofil oder Parameterprofil importieren. ▶ Profildaten importieren (📘 255)
	–	Elemente nach links verschieben. • Schiebt getrennte Elemente auf der Zeichenfläche nach links und verbindet sie mit dem jeweils vorherigen Element. ▶ Elemente automatisch nach links verschieben (📘 263)
	–	Kombiniert die Elemente, die ein Trapez bilden, so dass ein Element entsteht. • Nur verbundene Elemente können kombiniert werden. • Die zu kombinierenden Elemente müssen markiert sein. ▶ Elemente kombinieren (📘 264)
	–	Kombination aufheben. • Hebt die Kombination eines trapezförmigen Elements auf, so dass die Elemente separat bearbeitet werden können.
	–	Markiertes Element an der Zeitachse spiegeln. • Diese Funktion ist nur über das Kontextmenü (Betätigung der linken Maustaste) erreichbar.
–	<Strg>+<Klick>	Dupliziert ein Element im Zeichenbereich, wenn das Element bei gedrückter Strg-Taste mit der linken Maustaste angeklickt wird.
–	<Strg>+<G>	Blendet das Gitter der Zeichenfläche aus oder ein.
–	<Strg>+<A>	Markiert alle Elemente auf der Zeichenfläche.
–	<Shift>+<Klick>	Um mehrfach Elemente zu markieren, Taste <Shift> gedrückt halten und die Elemente mit der linken Maustaste anklicken.

8.2.3

Bildschirmteiler

Durch Verschieben des Bildschirmteilers ändern Sie horizontal die Größe des *Objektbereichs* oder der Zeichenfläche.



So verschieben Sie den Bildschirmteiler:

1. Mauszeiger über den Bildschirmteiler ❶ führen, bis er als zwei senkrechte Linien dargestellt wird.
2. Linke Maustaste betätigen und Bildschirmteiler verschieben.
3. An gewünschter Position Maustaste loslassen.

8.2.4 Objektbereich

Der *Objektbereich* zeigt die Anordnung der Objekte (Bewegungsprofil, Parameter). Über die [Bearbeitungsfunktionen](#) können Sie Objekte bearbeiten.



Legende	Info
❶	Bewegungsprofil
❷	Parameter

8.2.4.1 Bearbeitungsfunktionen

Bearbeitungsfunktionen können Sie nur über das Kontextmenü ausführen. Welche Bearbeitungsfunktionen verfügbar sind, ist abhängig von verschiedenen Voraussetzungen:

- Wenn Sie Bewegungsprofile und Parameter im unabhängigen *MotionDesigner* erstellen, stehen Ihnen alle Bearbeitungsfunktionen zur Verfügung.
- Wenn ein Bewegungsprofil mit Parametern im anwendungsabhängigen *MotionDesigner* angelegt wurde, können Sie nur die Objekteigenschaften bearbeiten.

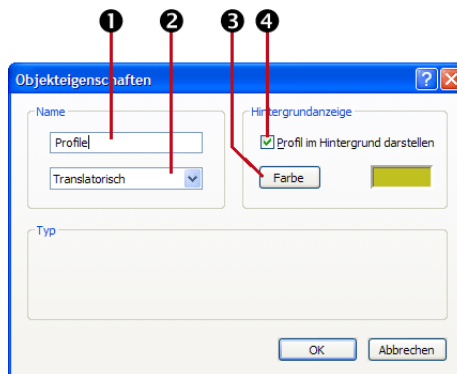
Übersicht der Bearbeitungsfunktionen, die Sie im *Objektbereich* über das Kontextmenü (rechte Maustaste) aufrufen können.

Symbol	Bearbeitungsfunktion
	Bewegungsprofil erstellen • Verfügbar im unabhängigen <i>MotionDesigner</i>. • Mauszeiger im <i>Objektbereich</i> auf freier Fläche platzieren und im Kontextmenü Bewegungsprofil hinzufügen auswählen.
	Parameter unabhängig vom Bewegungsprofil erstellen • Verfügbar im unabhängigen <i>MotionDesigner</i>. • Mauszeiger im <i>Objektbereich</i> auf freier Fläche platzieren und im Kontextmenü Parameter hinzufügen auswählen.
	Parameter einem Bewegungsprofil hinzufügen • Verfügbar für Bewegungsprofile, die im unabhängigen <i>MotionDesigner</i> erstellt wurden. • Bewegungsprofil markieren und im Kontextmenü Parameter hinzufügen auswählen.
	Parameter in die Zwischenablage kopieren. • Verfügbar für Parameter, die im unabhängigen <i>MotionDesigner</i> erstellt wurden. • Parameter markieren und im Kontextmenü Objekt kopieren auswählen.
	Bewegungsprofil in die Zwischenablage kopieren. • Verfügbar im unabhängigen <i>MotionDesigner</i>. • Bewegungsprofil markieren und im Kontextmenü Objekt kopieren auswählen.
	Kopierten Parameter aus der Zwischenablage einfügen. • Verfügbar für Parameter, die im unabhängigen <i>MotionDesigner</i> erstellt wurden. • Bewegungsprofil markieren und im Kontextmenü Objekt einfügen auswählen.
	Kopiertes Bewegungsprofil aus der Zwischenablage einfügen. • Verfügbar im unabhängigen <i>MotionDesigner</i>. • Mauszeiger im <i>Objektbereich</i> auf freier Fläche platzieren und im Kontextmenü Objekt einfügen auswählen.
	Markiertes Bewegungsprofil oder markierten Parameter endgültig löschen. • Verfügbar für Bewegungsprofile, die im unabhängigen <i>MotionDesigner</i> erstellt wurden. • Bewegungsprofil oder Parameter markieren und im Kontextmenü Objekt löschen auswählen.
	Objekteigenschaften aufrufen. • Bewegungsprofil oder Parameter markieren und im Kontextmenü Objekteigenschaften auswählen. ► Objekteigenschaften (📖 250)
	Bewegungsprofil oder Parameter in eine ASCII-Datei exportieren. • Bewegungsprofil oder Parameter markieren und im Kontextmenü Profildaten exportieren auswählen. ► Profildaten exportieren (📖 254)
	Bewegungsprofil mit den zugehörigen Parametern aus einer ASCII-Datei importieren. • Bewegungsprofil markieren und im Kontextmenü Profildaten importieren auswählen. ► Profildaten importieren (📖 255)
	Importiertes Bewegungsprofil aktualisieren, wenn sich Daten in der ASCII-Datei geändert haben. • Nur verfügbar für importierte Bewegungsprofile. • Bewegungsprofil markieren und im Kontextmenü Aktualisieren auswählen. • Wenn sich Importdaten in der ASCII-Datei ändern, können Sie über diesen Befehl die Daten neu einlesen. Hinweis: • Beim Importieren wird eine Verknüpfung zur ASCII-Datei hergestellt. Die Verknüpfung bleibt auch nach dem Speichern des Bewegungsprofils (Imp-Datei) erhalten. Ändert sich der absolute Datenpfad oder der Dateiname, geht die Verknüpfung verloren. ► Profildaten importieren (📖 255)

8.2.4.2 Objekteigenschaften

Bewegungsprofil

 Bewegungsprofil markieren, rechte Maustaste betätigen und im Kontextmenü **Objekteigenschaften** auswählen, um das Dialogfeld *Objekteigenschaften* zu öffnen.

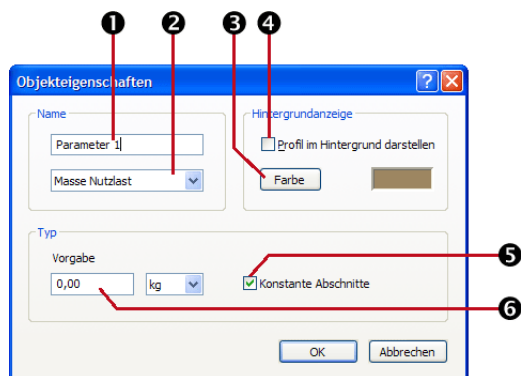


Legende	Beschreibung
❶	Name Bewegungsprofil. Klicken Sie in das Eingabefeld und tragen Sie einen Namen für das Bewegungsprofil ein. Bewegungsprofil erstellen: Grundsätze (📖 258)
❷	Auswahl der Bewegung - Klicken Sie in das Listefeld, um ein translatorisches oder rotatorisches Bewegungsprofil auszuwählen. - Eine Auswahl ist nur möglich, wenn das Bewegungsprofil im unabhängigen <i>MotionDesigner</i> erstellt wurde.
❸	Auswahl der Linienfarbe. - Das Bewegungsprofil wird in dieser Farbe auf der Zeichenfläche im Hintergrund dargestellt. - Klicken Sie auf die Schaltfläche, um das Dialogfeld für die Auswahl der gewünschten Farbe zu öffnen. Grafikbereich (📖 258)
❹	Anzeige des Bewegungsprofils im Hintergrund Wenn Sie einen Parameter auswählen, bleibt das Bewegungsprofil auf der Zeichenfläche im Hintergrund sichtbar. Grafikbereich (📖 258)
	 Feld aktiviert: Bewegungsprofil ist sichtbar.
	 Feld deaktiviert: Bewegungsprofil ist unsichtbar.

Parameter



Parameter markieren, rechte Maustaste betätigen und im Kontextmenü **Objekteigenschaften** auswählen, um das Dialogfeld *Objekteigenschaften* zu öffnen.



Legende	Beschreibung
❶	Parametername. Klicken Sie in das Eingabefeld und tragen Sie einen Namen für den Parameter ein. ▶ Parameterprofil erstellen: Grundsätze (259)
❷	Auswahl des Parameters. - Klicken Sie in das Listenfeld und wählen Sie den gewünschten Parameter aus. - Mögliche Auswahl: Masse Nutzlast, Gegenkraft, Trägheitsmoment, Drehmoment, Bremse, Reglersperre. - Auswahl ist nur möglich, wenn der Parameter im unabhängigen <i>MotionDesigner</i> erstellt wurde.
❸	Auswahl der Linienfarbe. - Das Parameterprofil wird in dieser Farbe auf der Zeichenfläche im Hintergrund dargestellt. - Klicken Sie auf die Schaltfläche, um das Dialogfeld für die Auswahl der gewünschten Farbe zu öffnen. ▶ Grafikbereich (258)
❹	Anzeige des Parameterprofils im Hintergrund Wenn Sie andere Parameterauswählen, bleibt das Bewegungsprofil auf der Zeichenfläche im Hintergrund sichtbar. ▶ Grafikbereich (258)
	 Feld aktiviert: Bewegungsprofil ist sichtbar.
	 Feld deaktiviert: Bewegungsprofil ist unsichtbar.

Legende	Beschreibung
⑤	Auswahl, ob Elemente des Parameters linear veränderliche Werte haben dürfen. • Feld aktiviert: Sie können nur einen Wert eingeben. Das eingefügte Element verändert sich sprunghaft zwischen dem vorangegangenen Wert und dem Eingabewert. • Feld deaktiviert: Sie können zwei Werte eingeben. Das eingefügte Element verändert sich zwischen diesen beiden Werten linear. • Bei den Parametern Bremse und Reglersperre ist keine Auswahl möglich, da diese Steuersignale nur die Zustände 1 oder 0 annehmen können. • Besonderheiten: • Auswahl möglich im unabhängigen <i>MotionDesigner</i>. • Auswahl möglich im anwendungsabhängigen <i>MotionDesigner</i>, wenn ein im unabhängigen <i>MotionDesigner</i> erstelltes Bewegungsprofil geladen wird. • Bei einer linear veränderlichen Masse der Nutzlast wird die aus der Masseänderung resultierende Kraft nicht berücksichtigt. • Bei einer linear veränderlichen Trägheit wird das aus der Trägheitsänderung resultierende Drehmoment nicht berücksichtigt. Wichtig: Kontinuierliche oder sprunghafte Änderungen der Masse während der Bewegung, die sich auf das Drehmoment auswirken, werden in DSD bei der Berechnung nicht berücksichtigt. ► Parameterprofil erstellen: Grundsätze (📖 259)
⑥	Vorgabewert für den Parameter. • Der Parameter wird automatisch mit diesem Standardwert angelegt. • Durch Einfügen weiterer Linien-Elemente wird ein individuelles Parameterprofil erstellt. • Die Parameter Bremse und Reglersperre haben keinen Vorgabewert, da diese Steuersignale nur die Zustände 1 oder 0 annehmen können. ► Parameterprofil erstellen: Grundsätze (📖 259)

8.2.5 Bewegungsprofile verwalten

Der *MotionDesigner* bietet drei Formate für die Verwaltung der Bewegungsprofile und Parameter.

Dateinamenserweiterung	Format	Beschreibung
Imp	Lenze Motion Profile	Der <i>MotionDesigner</i> speichert und öffnet Bewegungsprofile in diesem Format. Erstellte Bewegungsprofile sind aufwärtskompatibel. Sie können in jüngeren DSD-Versionen geöffnet werden. Eine Abwärtskompatibilität besteht nicht.
txt	ASCII-Datei	Der <i>MotionDesigner</i> kann Bewegungsprofile und Parameter im txt-Format importieren oder exportieren. Mit dem <i>CamManager</i> im »Engineer« können Sie CAM-Kurvenprofile in das txt-Format exportieren.
dpr		Bewegungsprofil aus einer älteren DSD-Version. Dateien im dpr-Format können im <i>MotionDesigner</i> nur importiert werden.

8.2.5.1 Bewegungsprofil laden



So laden Sie ein Bewegungsprofil:

1. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
2. Im Dialogfeld *Bewegungsprofil laden* ein Bewegungsprofil im *.Imp-Format wählen und die Schaltfläche **Öffnen** betätigen.
 - Es können nur Bewegungsprofile geladen werden, die in DSD gespeichert wurden.
 - Beim Laden des Bewegungsprofils wird geprüft, ob die Bewegung (translatorisch oder rotatorisch) zur Anwendung passt.
 - Enthält das Bewegungsprofil Betriebspunkte mit großen Werten, wird die Skalierung im *Grafikbereich* automatisch angepasst.



Hinweis!

- Im auslegungsabhängigen *MotionDesigner* können Sie nur Bewegungsprofile laden, die zur Bewegung (translatorisch oder rotatorisch) der Anwendung passen.
- Im unabhängigen *MotionDesigner* stehen Ihnen umfangreiche Bearbeitungsfunktionen zur Verfügung. Im anwendungsabhängigen *MotionDesigner* sind die Bearbeitungsfunktionen eingeschränkt.
 - Wenn Sie ein Bewegungsprofil im unabhängigen *MotionDesigner* erstellt haben und im anwendungsabhängigen *MotionDesigner* öffnen, sind alle Bearbeitungsfunktionen verfügbar.
 - Wenn Sie ein Bewegungsprofil im anwendungsabhängigen *MotionDesigner* erstellt haben und im unabhängigen *MotionDesigner* öffnen, sind die Bearbeitungsfunktionen nur eingeschränkt verfügbar.

8.2.5.2 Bewegungsprofil speichern

Mit dem Bewegungsprofil wird auch die Art der Bewegung (translatorisch oder rotatorisch) gespeichert.



So speichern Sie das Bewegungsprofil:

1. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
 - Das Bewegungsprofil mit allen Parameterprofilen wird gespeichert.
 - Beim ersten Speichern werden Sie nach dem Dateinamen (*.Imp) und dem Zielverzeichnis gefragt.



So speichern Sie das Bewegungsprofil unter einem anderen Namen:

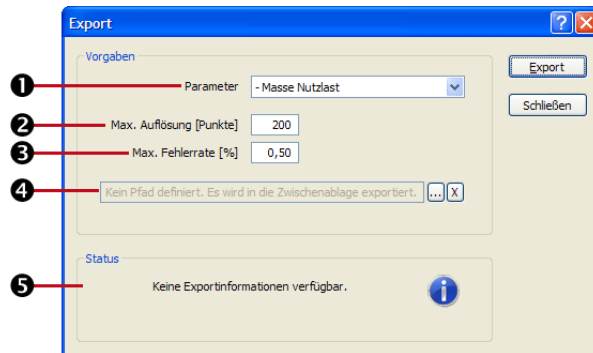
1. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
2. Im Dialogfeld *Bewegungsprofil speichern* einen anderen Dateinamen (*.Imp) eingeben, ggf. ein anderes Zielverzeichnis wählen und die Schaltfläche **Speichern** betätigen.

8.2.5.3 Profildaten exportieren

Ein markiertes Objekt im *Objektbereich* (Bewegungsprofil oder Parameter) können Sie in eine ASCII-Datei oder in die Zwischenablage exportieren.



Im *Objektbereich* das Bewegungsprofil oder einen Parameter markieren, rechte Maustaste betätigen und im Kontextmenü **Profildaten exportieren** wählen.



Legende	Beschreibung
❶	Auswahl des Objekts, das exportiert werden soll. • Klicken Sie auf das Listenfeld, um ein Objekt auszuwählen. • Das Listenfeld zeigt alle Objekte, die zum Bewegungsprofil gehören.
❷	Angabe der max. Auflösung • Klicken Sie in das Eingabefeld, um einen Wert einzugeben. • Wertebereich: 10 ... 1000 Punkte
❸	Angabe der max. Fehlerrate. • Klicken Sie in das Eingabefeld, um einen Wert einzugeben. • Wertebereich: 0,01 ... 99,99 %

Legende	Beschreibung
④	Listenfeld mit der Angabe des Ziels für die zu exportierenden Profildaten.
	 Um die Profildaten in eine ASCII-Datei zu exportieren, klicken Sie auf die Schaltfläche. Wählen Sie ein Zielverzeichnis und geben Sie einen Dateinamen an.
	 In der Lenze-Einstellung ist im Listenfeld der Export in die Zwischenablage ausgewählt. - Die Daten in der Zwischenablagen können Sie z. B. direkt in eine Excel-Tabelle einfügen. - Um die Lenze-Einstellung wieder herzustellen, klicken Sie auf die Schaltfläche.
⑤	Statusanzeige. Zeigt die Anzahl der tatsächlich exportierten Punkte und die Fehlerrate an.

8.2.5.4 Profildaten importieren

Für die Antriebsaufgabe können Sie das Bewegungsprofil aus einer ASCII-Datei importieren. Die ASCII-Datei enthält die Betriebspunkte, aus denen der DSD das Bewegungsprofil erstellt.

Ein importiertes Bewegungsprofil können Sie mit weiteren Elementen kombinieren und durch Ziehen an den Auswahlpunkten skalieren (strecken oder stauchen).



So importieren Sie ein Bewegungsprofil mit den zugehörigen Parametern:

1. Im *Objektbereich* das Bewegungsprofil markieren.
2. Rechte Maustaste betätigen und im Kontextmenü **Profildaten importieren** auswählen oder in der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
 - Die Daten aus der ASCII-Datei werden eingelesen. Das Bewegungsprofil und die Parameterprofile werden erzeugt.



So importieren Sie ein einzelnes Bewegungsprofil oder einen Parameter:

1. Im *Objektbereich* das Bewegungsprofil bzw. einen Parameter markieren.
2. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
 - Die Daten aus der ASCII-Datei werden eingelesen. Das Bewegungsprofil bzw. das Parameterprofil wird erzeugt.



Hinweis!

- DSD kann ASCII-Dateien mit ca. 300 Betriebspunkten problemlos importieren. Je größer die Anzahl der Stützstellen, desto länger dauert der Import.
- Die Daten für das Bewegungsprofil können Sie komfortabel in Microsoft® Excel erfassen und dann als ASCII-Datei speichern.
- Der *CamManager* im »Engineer« hat einen DSD-Export für CAM-Kurvenprofile. Damit können Sie Kurvendaten in eine ASCII-Datei schreiben.
- Alle im DSD verwendeten metrischen und imperialen Einheiten kann der DSD interpretieren.
 - Einheiten können Sie global festlegen im Menü **Extras→Einstellungen** im [Register "Bewegung"](#). (44)

Aufbau der ASCII-Datei

[s]	[m/s]	[kg]	[N]	[CINH]	[BRK]
0	0	500	10	1	1
0.0416667	0.00128174	500	10	0	0
0.0833333	0.00512695	500	10	0	0
0.125	0.0115356	500	10	0	0
0.166667	0.0205078	500	10	0	0
0.208333	0.0320435	500	10	0	0
0.25	0.0461426	500	10	0	0
0.291667	0.0628052	500	10	0	0
0.333333	0.0820313	500	10	0	0
0.375	0.103821	500	10	0	0
0.416667	0.128174	500	10	0	0
0.458333	0.15509	500	10	0	0
0.5	0.18457	500	10	0	0
0.541667	0.216614	500	10	0	0
0.583333	0.251221	500	10	0	0
0.625	0.288391	500	10	0	0
0.666667	0.328125	500	10	0	0
0.708333	0.370422	500	10	0	0
0.75	0.415283	500	10	0	0
0.791667	0.462708	500	10	0	0
0.833333	0.512695	500	10	0	0
0.875	0.565247	500	10	0	0
0.916667	0.620361	500	10	0	0
0.958333	0.67804	500	10	0	0
1	0.738281	500	10	0	0

Halten Sie die folgende Bedingungen beim Erstellen der ASCII-Datei ein. Dadurch vermeiden Sie Fehler beim Importieren. [Fehlermeldungen beim Importieren](#) (257)

Bedingung	Beschreibung
Die Parameter in der ASCII-Datei müssen in Spalten angeordnet sein.	Tabellenspalten durch Semikolon, Tabulator oder Leerzeichen voneinander trennen.
Jede Tabellenspalte muss einen Titel enthalten.	• Titel ist die Einheit der Größe, die übertragen werden soll. • Beispiele: "[s]" oder "Zeit [s]", "[m/s]" oder "Geschwindigkeit [m/s]", "[kg]" oder "Masse [kg]". • Die Größe als Titel angeben, wenn sie einheitenlos ist. • Beispiele: [BRK], [CINH]. • Einheit/Größe in eckige Klammern setzen, z. B. [t].
Anordnung, Anzahl und Identität der Parameter in der ASCII-Datei und im <i>Objektbereich</i> des <i>MotionDesigners</i> müssen übereinstimmen.	• DSD liest die Tabellenspalten von links nach rechts ein. Entsprechend dazu müssen im <i>Objektbereich</i> die Parameter von oben nach unten angeordnet sein. • Die Daten des Bewegungsprofils müssen in den ersten beiden Tabellenspalten definiert sein: • 1. Tabellenspalte (X-Achse): Zeit [s] • 2. Tabellenspalte (Y-Achse): Geschwindigkeit [m/s] (translatorisch) oder Drehzahl [1/min] (rotatorisch).
Die Daten müssen konsistent sein und gültige Wertebereiche haben.	• Tabellenreihen müssen vollständig sein. Es dürfen keine Werte fehlen. • Massen dürfen keine negativen Werte haben. • Dezimalzahlen dürfen keine Buchstaben enthalten. • Kommazahlen müssen mit Komma oder Punkt geschrieben werden. • Bei digitalen Signalen müssen die Zustände mit "1" (High) und "0" (Low) dargestellt werden. • Eine aktivierte Bremse (BRK) oder gesetzte Reglersperre (CINH) wird als "1" dargestellt. • Eine deaktivierte Bremse (BRK) oder nicht gesetzte Reglersperre (CINH) wird als "0" dargestellt.
Während des Imports darf kein anderes Programm auf die ASCII-Datei zugreifen.	—

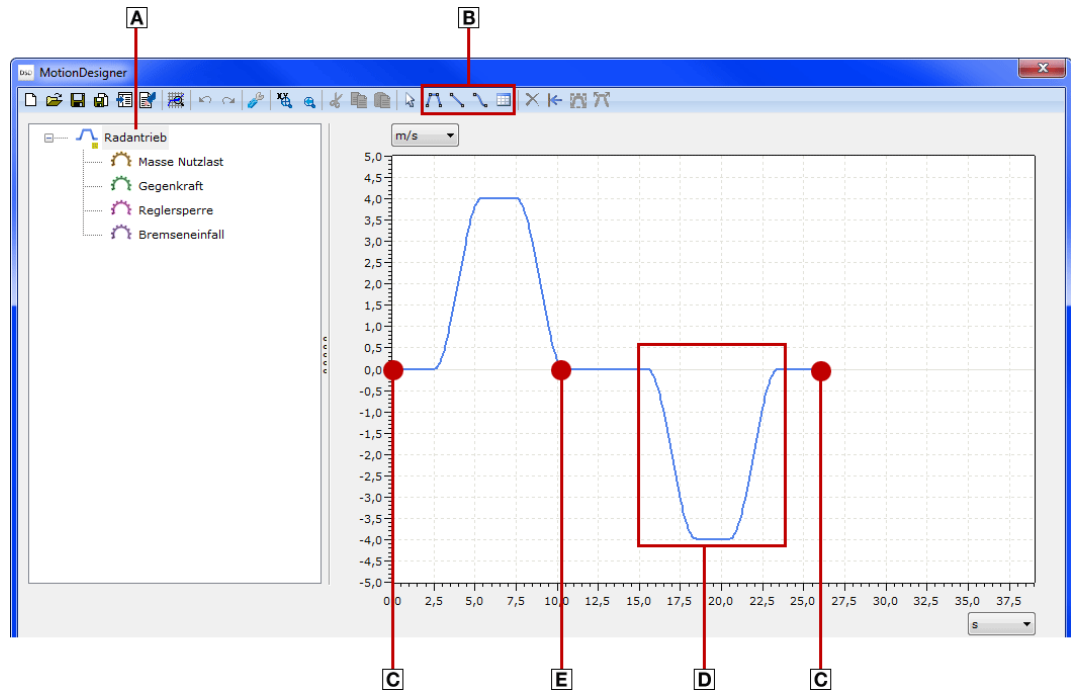
8.2.5.5 Fehlermeldungen beim Importieren

Fehlermeldung	Ursachen, mögliche Abhilfen
Fehler beim Importieren.	Die ASCII-Datei kann nicht gelesen werden. Entweder ist sie defekt oder die Daten haben kein gültiges Format.
Die importierte Datei enthält Parameter, die im <i>MotionDesigner</i> nicht vorhanden sind. Diese Parameter werden nicht importiert. Überprüfen Sie im <i>MotionDesigner</i> das Bewegungsprofil mit seinen Parametern.	Reihenfolge und Anzahl der Parameter in der ASCII-Datei stimmen nicht mit der im <i>Objektbereich</i> des <i>MotionDesigners</i> angelegten Struktur überein. Entweder die ASCII-Datei korrigieren oder die Struktur im <i>Objektbereich</i> anpassen.
Syntaxfehler beim Auswerten der Maßeinheiten und der Spalten in der Kopfzeile.	Eine Einheit in der ASCII-Datei ist dem DSD unbekannt oder die Reihenfolge der Spalten ist vertauscht. Einheiten in der ASCII-Datei überprüfen oder die Reihenfolge der Spalten korrigieren.
Die importierten Werte liegen außerhalb des gültigen Wertebereichs.	Die Daten in der ASCII-Datei sind nicht konsistent. Beispiele: Reihen enthalten keine Daten, Massen sind negativ, digitale Signale haben nicht 0 oder 1.
Fehler in Zeile x	Die ASCII-Datei enthält in der benannten Zeile ein falsches Zeichen. Z. B. enthält eine Dezimalzahl einen Buchstaben.
Die importierte Datei enthält keine Daten.	Die ASCII-Datei enthält keine Daten.
Das Bewegungsprofil im <i>MotionDesigner</i> enthält Parameter, die nicht in der zu importierenden Datei enthalten sind. Überprüfen Sie im <i>MotionDesigner</i> das Bewegungsprofil mit seinen Parametern auf Vollständigkeit.	Die ASCII-Datei enthält weniger Informationen, als der <i>MotionDesigner</i> für die Antriebsauslegung verarbeiten kann. Für einzelne Spuren enthält die ASCII-Datei keine Werte. Diese Spuren werden mit Null vorbelegt. ASCII-Datei überprüfen.
Fehler beim Lesen der zu importierenden Datei oder Fehler beim Zugriff.	Ein anderes Programm greift auf die ASCII-Datei zu.
Syntaxfehler beim Auswerten der importierten Daten.	Die ASCII-Datei enthält falsche Trennzeichen. Erlaubt sind Semikolon, Tabulator oder Leerzeichen. Die ASCII-Datei enthält ungültige Zeichen. Z. B. enthält eine Dezimalzahl einen Buchstaben.
Der Typ des Bewegungsprofils stimmt nicht mit dem Typ in der importierten Datei überein.	Statt einem translatorischen Bewegungsprofil wurde ein rotatorisches importiert, oder umgekehrt. Das zu importierende Bewegungsprofil muss zum eingestellten Bewegungsprofil im <i>MotionDesigner</i> passen.
Mindestens eine Maßeinheit in der zu importierenden Datei ist unbekannt. Der Import wird abgebrochen.	Eine Einheit in der ASCII-Datei ist dem DSD unbekannt. Einheiten in der ASCII-Datei überprüfen.
Die importierten Werte liegen nicht in aufsteigender Reihenfolge vor.	Die Werte in der ASCII-Datei aufsteigend anordnen. Der Zeitverlauf muss kontinuierlich aufsteigende Werte haben.
Negative Importwerte sind für diesen Parameter nicht zulässig.	Die Spur lässt keine negativen Werte zu (z. B. Masse). Nur Parameter mit positiven Vorzeichen eintragen.
Die Importwerte eines digitalen Signals müssen 0 oder 1 sein.	Die Daten in der ASCII-Datei sind nicht konsistent. Für digitale Signale nur 0 oder 1 eintragen.
Die Importwerte für die Kurve enthalten einen unzulässigen Sprung.	Für die Spur sind keine sprunghaften Werte erlaubt (z. B. Geschwindigkeitsverlauf).
Die Importwerte für diesen Parameter müssen abschnittsweise konstant sein (diskret).	Für diese Spur sind keine Größen erlaubt, die sich kontinuierlich ändern (z. B. Masse).

8.2.6 Grafikbereich

Im *Grafikbereich* werden das Bewegungsprofil und die Parameter grafisch dargestellt. Zum Zeichnen stehen verschiedene trapezförmige Elemente, Linienelemente und S-förmige Elemente zur Verfügung, aus denen sich ein Bewegungsprofil zusammensetzt. Erstellte Elemente können Sie manuell nachbearbeiten oder durch Verändern seiner Werte optimieren.

8.2.6.1 Bewegungsprofil erstellen: Grundsätze



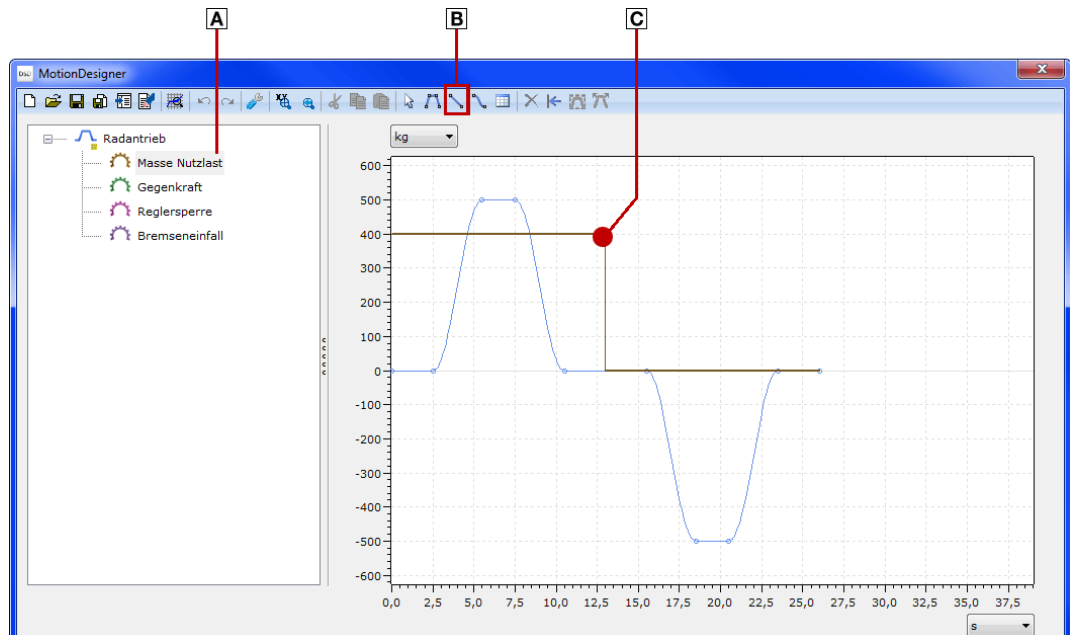
- Vor dem Erstellen oder Bearbeiten muss das Bewegungsprofil im *Objektbereich* angewählt werden. [A]
- Bewegungsprofile können aus trapezförmigen Elementen, S-förmigen Elementen, Linien-Elementen und importierten Elementen bestehen. [B]
 - S-förmige Elemente dürfen nur für Beschleunigungen oder Verzögerungen verwendet werden.
- Ein Bewegungsprofil muss den gleichen Anfangswert und Endwert aufweisen [C]:

$$y(t = 0) \equiv y(t = T)$$

T Zyklusdauer

- Ein trapezförmiges Element beginnt und endet immer im Stillstand (y-Wert = 0). [D]
- Elemente müssen miteinander verbunden sein. Sie dürfen nicht überlappen. [E]
 - Stillstandsphasen (y-Wert = 0) zwischen zwei Elementen werden automatisch gezeichnet.
 - Die automatischen Verbinder werden als dünne Linien dargestellt, wenn das Bewegungsprofil im Stillstand beginnt und endet.

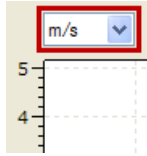
8.2.6.2 Parameterprofil erstellen: Grundsätze



- Vor dem Erstellen oder Bearbeiten muss der entsprechende Parameter im *Objektbereich* ausgewählt werden. **A**
- Parameterprofile können nur aus Linien-Elementen oder importierten Elementen bestehen. **B**
- Elemente müssen miteinander verbunden sein. Sie dürfen nicht überlappen. **C**
 - Nicht aneinandergefügte Elemente werden automatisch verbunden.
 - Der y-Wert der automatischen Verbinder entspricht der Vorgabe unter dem Register **Linie** im [Parameterbereich: Beschreibung](#).
 - Die automatischen Verbinder werden als dünne Linien dargestellt.

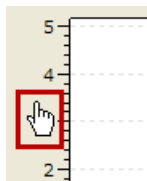
8.2.6.3 XY-Achsen einstellen

Einheiten der Achsen ändern



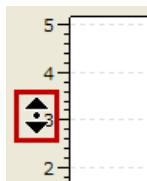
- Mit der Maus auf das Auswahlfeld klicken und die gewünschte Einheit auswählen.
- Bereits eingegebene Werte werden in die neu ausgewählte Einheit umgerechnet.
- Einheiten können Sie global festlegen im Menü **Extras**→**Einstellungen** im [Register "Bewegung"](#). (☞ 44)

Nullpunkt der XY-Achsen verschieben



1. Maus über die gewünschte Achse führen, bis sich die Form des Mauszeigers ändert.
2. Linke Maustaste drücken und den Nullpunkt der Achse verschieben.
3. Maustaste an gewünschter Position loslassen.

XY-Achsen skalieren



1. <Strg>-Taste gedrückt halten und Maus über die gewünschte Achse führen, bis sich die Form des Mauszeigers ändert.
2. Linke Maustaste drücken und Maus in Richtung der gezeigten Pfeile verschieben.
3. Maustaste bei gewünschter Skalierung loslassen.

8.2.6.4 Elemente erstellen und bearbeiten

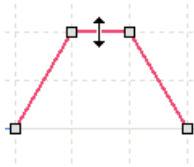
Verwenden Sie zum Erstellen und Bearbeiten die Funktionen in der [Symbolleiste](#) oder die entsprechenden Tastaturbefehle.

Trapezförmiges Element



Erstellen:

1. Im *Objektbereich* das Bewegungsprofil markieren.
2. Im [Parameterbereich: Beschreibung](#) unter dem Register **Profil** die gewünschte Trapezform wählen.
3. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
4. Bei gedrückter linker Maustaste das Element im *Grafikbereich* aufziehen.



Bearbeiten:

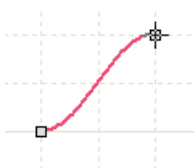
1. Element markieren.
2. Mauszeiger über das Element führen.
 - Der Zeiger ändert sich, wenn eine Bearbeitung möglich ist.
 - Die Eckpunkte und die Höhe lassen sich verschieben.
 - Die Proportionen des 1/3-Trapezes sind nicht veränderbar.
3. Linke Maustaste drücken und das Element verändern.
 - Wird das Trapez an den Schenkeln gefasst (der Zeiger ändert sich nicht), lässt sich das Element auf der X-Achse verschieben.

S-förmiges Element



Erstellen:

1. Im *Objektbereich* das Bewegungsprofil markieren.
2. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
3. Bei gedrückter linker Maustaste das Element im *Grafikbereich* aufziehen.



Bearbeiten:

1. Element markieren.
2. Mauszeiger über einen Knotenpunkt führen.
 - Der Zeiger ändert sich.
3. Linke Maustaste drücken und den Knotenpunkt verschieben.
 - Wird die Linie gefasst (der Zeiger ändert sich nicht), lässt sich das Element verschieben.

Linien-Element



Erstellen:

1. Im *Objektbereich* das Bewegungsprofil bzw. einen Parameter markieren.
2. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
3. Bei gedrückter linker Maustaste das Element im *Grafikbereich* aufziehen.

Bearbeiten:

1. Element markieren.
2. Mauszeiger über einen Knotenpunkt führen.
 - Der Zeiger ändert sich.
3. Linke Maustaste drücken und den Knotenpunkt verschieben.
 - Wird die Linie gefasst (der Zeiger ändert sich nicht), lässt sich das Element verschieben.

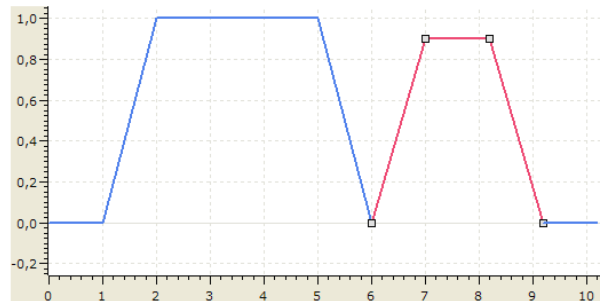
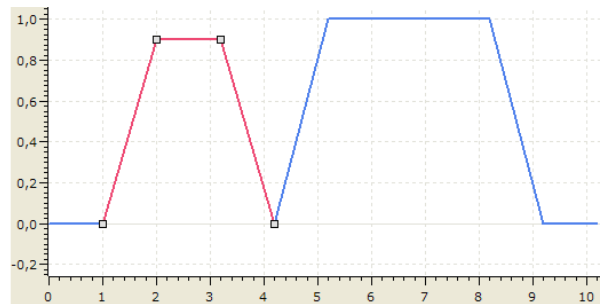
Elemente automatisch nach links verschieben

Mit einem Befehl können Sie alle Elemente auf der Zeichenfläche schnell zu einem Bewegungsprofil zusammenfügen. Automatische Verbindungen werden ignoriert und entfernt. Die Elemente müssen nicht markiert sein.



So verschieben Sie alle Elemente automatisch nach links:

1. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
 - Alle Elemente werden jeweils an ihr linkes Nachbarelement geschoben und miteinander verbunden, soweit eine sinnvolle Verbindung möglich ist.
 - Die Lage eines Elements wird über seinen Mittelpunkt definiert. Ein Element wird verschoben, wenn sein Mittelpunkt rechts vom Mittelpunkt des Nachbarelements liegt.
 - Linien-Elemente und S-förmige Elemente werden auch auf der Y-Achse verschoben, wenn eine sinnvolle Verbindung möglich ist
 - Das erste Element links wird nicht verschoben.



Elemente kombinieren

Ein selbst erstelltes trapezförmiges Element aus S-förmigen Elementen oder Linien-Elementen können Sie zwecks einfacher Handhabung kombinieren. Min. zwei, max. fünf Elemente sind kombinierbar. Im *MotionDesigner* wird ein kombiniertes Element als ein Element behandelt.



So kombinieren Sie mehrere Elemente:

1. Bei gedrückter Umschalt-Taste die Elemente jeweils mit der Maus markieren.
2. In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
 - Die markierten Elemente werden kombiniert.

In der Symbolleiste auf das Symbol  klicken, um die Kombination wieder aufzuheben.



Tipp!

Ein vordefiniertes trapezförmiges Element im *MotionDesigner* besteht aus kombinierten Elementen. Die Kombination können Sie ebenfalls aufheben.

8.2.6.5 Fehlermeldungen

Symbole signalisieren, ob das Bewegungs- oder Parameterprofil fehlerhaft sind. Im auslegungsabhängigen *MotionDesigner* können Sie ein fehlerhaftes Bewegungsprofil nicht übernehmen.

Symbol	Beschreibung
	Das Bewegungsprofil enthält fehlerhaft angeordnete Elemente.
	Das Parameterprofil enthält fehlerhaft angeordnete Elemente.
	Das Bewegungsprofil beginnt oder endet nicht mit demselben y-Wert. Korrigieren Sie im Parameterbereich den Startwert des ersten Elements oder Endwert des letzten Elements so, dass beide Werte identisch sind.
	Zwei Elemente überlappen sich auf der X-Achse. Der letzte bzw. der erste Knotenpunkt der beiden Elemente sind nicht miteinander verbunden. - Verschieben oder bearbeiten Sie die Elemente so, dass die Elemente verbunden sind. Nutzen Sie die Fangfunktion. - Die Fangfunktion können Sie einstellen im Menü Extras→Einstellungen im Register "Bewegung". (44)
	Zwei Elemente liegen getrennt auf der Y-Achse. Der letzte bzw. der erste Knotenpunkt der beiden Elemente sind nicht miteinander verbunden. - Verschieben oder bearbeiten Sie die Elemente so, dass die Elemente verbunden sind. Nutzen Sie die Fangfunktion. - Die Fangfunktion können Sie einstellen im Menü Extras→Einstellungen im Register "Bewegung". (44)
	Das erste Element links beginnt auf der Zeitachse (X-Achse) nicht bei 0. Verschieben Sie das Element so, dass es bei $t = 0$ beginnt.
	Das Parameterprofil ist zeitlich länger, als das Bewegungsprofil. Begrenzen Sie das Parameterprofil auf die Länge des Bewegungsprofils.
	Die Steuersignale im Parameterprofil "Reglersperre" oder "Bremse" passen nicht zum Bewegungsprofil. Eine aktive Reglersperre oder aktivierte Bremse ist nur in Stillstandsphasen erlaubt.

8.2.7 Parameterbereich: Beschreibung

Im Parameterbereich werden die Werte eines markierten Elements des Bewegungsprofils oder des Parameterprofils angezeigt. Grafisch erstellte Elemente können Sie durch numerische Eingabe der Werte optimieren. Elemente können Sie auch durch numerische Eingabe von Werten erzeugen und dem Bewegungsprofil anhängen. Zwecks Analyse werden bei einem importierten Profil die Werte der Punkte tabellarisch dargestellt.

The screenshot shows the 'Parameterbereich' (Parameter Area) of MotionDesigner. At the top, there is a tab bar with four tabs: 'Profil', 'Linie', 'S-Flanke', and 'Importiertes Profil'. The 'Linie' tab is selected. Below the tabs, there are four main sections: 'Typ', 'Basiswerte', 'Beschleunigung', and 'Ruck'. Each section has a 'Vorgabe' (Specification) dropdown menu. The 'Typ' section has a 'S-Form' checkbox. The 'Basiswerte' section has input fields for 'Weg' (20,00 m), 'Zeit' (8,00 s), 'Geschwindigkeit' (4,00 m/s), 'Zeit (rechts)' (1,00 s), and 'Geschwindigkeit (rechts)' (1,00 m/s). The 'Beschleunigung' section has input fields for 'Links' (3,00 s), 'Mitte' (1,00 s), and 'Rechts' (3,00 s). The 'Ruck' section has input fields for 'Links' (33,33 %), 'Mitte' (33,33 %), and 'Rechts' (33,33 %). At the bottom, there are four buttons: 'Als Vorgabe setzen', 'Änderungen übernehmen', 'Element anhängen', and a help icon. Red arrows point from labels A, B, C, D, and E to specific parts of the interface: A points to the tab bar, B points to the help icon, C points to the 'Element anhängen' button, D points to the 'Änderungen übernehmen' button, and E points to the 'Als Vorgabe setzen' button.

- A** Register, unter denen die Bearbeitungen im Parameterbereich erfolgen.

 - ▶ [Register "Profil" \(267\)](#)
 - ▶ [Register "Linie": Bewegungsprofil \(269\)](#)
 - ▶ [Register "Linie": Parameterprofil \(270\)](#)
 - ▶ [Register "S-Flanke" \(272\)](#)
 - ▶ [Register "Importiertes Profil" \(273\)](#)
- B** Aufruf der kontextsensitiven Hilfe im Parameterbereich
- C** Ein Element mit den vorgegebenen Werten an das Bewegungsprofil im *Grafikbereich* rechts anhängen.

 - Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im *Grafikbereich* kein Element markiert ist.
- D** Markiertes Element im *Grafikbereich* entsprechend der eingegebenen Werte ändern.

 - Für das markierte Element ist stets das zugehörige Register aktiv.
- E** Die Werte in den Eingabefeldern der jeweiligen Bereiche als Vorgabe für das entsprechende Element setzen.

 - Sie müssen die Werte nicht stets erneut eingeben, wenn Sie Elemente mit denselben Werten mehrfach erstellen möchten.
 - Die Werte werden solange vorgegeben, bis neue Werte als Vorgabe gesetzt werden.

8.2.7.1 Register "Profil"

Unter diesem Register erstellen oder bearbeiten Sie die trapezförmigen Elemente. Markieren Sie ein bereits erstelltes Element, um es bearbeiten zu können. Werte werden grundsätzlich positiv eingegeben.

Legende	Beschreibung
Typ	
	Trapezförmiges Element.
	Trapezförmiges Element mit Schleichfahrt.
	Dreieckförmiges Element ohne Konstantfahrt. • Das Element hat nur eine Beschleunigungs- und Verzögerungsphase.
	Trapezförmiges Element. • Die Dauer der drei Phasen Beschleunigen, Konstantfahrt, Verzögern beträgt jeweils 1/3 der Gesamtzeit des Elements. Diese Proportionen sind nicht veränderbar.
S-Form	Trapezförmige Beschleunigungs- und Verzögerungsphase. • Bei aktiviertem Auswahlfeld ist das Eingabefeld Ruck eingeblendet. ▶ Nicht lineare Bewegungsprofile (📖 286)
Basiswerte	
	• Eingabe von Geschwindigkeit oder Drehzahl. • Grau hinterlegte Eingabefelder sind deaktiviert. Die Werte werden automatisch berechnet.
Vorgabe	▶ Vorgabe – Basiswerte (📖 276)
Weg	▶ Weg / Winkel – Basiswerte (📖 277)
Winkel	
Zeit	▶ Zeit – Basiswerte (📖 277)
Geschwindigkeit	▶ Geschwindigkeit / Drehzahl – Basiswerte (📖 277)
Drehzahl	
Zeit (rechts)	▶ Zeit (rechts) – Basiswerte (📖 277)
Geschwindigkeit (rechts)	▶ Geschwindigkeit (rechts) / Drehzahl (rechts) – Basiswerte (📖 278)
Drehzahl (rechts)	
Geschwindigkeit-Grenze	
Drehzahl-Grenze	
Beschleunigung	
Vorgabe	▶ Vorgabe – Beschleunigung (📖 279)
Links	▶ Links – Beschleunigung (📖 279)
Mitte	▶ Mitte – Beschleunigung (📖 279)
Verzögerung	▶ Rechts – Verzögerung (📖 279)

Legende	Beschreibung
Ruck	
	• Eine S-förmige Beschleunigung besteht aus drei Abschnitten: • Einblenden der Beschleunigung (Verschliff) • Lineare Beschleunigung • Ausblenden der Beschleunigung (Verschliff) • Werte für den Verschliff gelten immer für das Einblenden und Ausblenden. • Der Eingabebereich wird nur angezeigt, wenn das Auswahlfeld S-Form im Eingabebereich Typ aktiviert ist.
Vorgabe	▶ Vorgabe – Ruck (📖 280)
Links	▶ Links – Ruck (📖 280)
Mitte	▶ Mitte – Ruck (📖 280)
Rechts	▶ Rechts – Ruck (📖 280)
Schaltflächen	
Als Vorgabe setzen	Werte in den Bereichen <i>Basiswerte</i> , <i>Beschleunigung</i> und <i>Ruck</i> als Vorgabe übernehmen.
Änderungen übernehmen	Markiertes Element im <i>Grafikbereich</i> entsprechend der eingegebenen Werte ändern. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> ein Element markiert ist.
Element anhängen	Ein Element mit den vorgegebenen Werten an das Bewegungsprofil im <i>Grafikbereich</i> rechts anhängen. • Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> kein Element markiert ist.

8.2.7.2 Register "Linie": Bewegungsprofil

Unter diesem Register erstellen oder bearbeiten Sie das Linien-Element eines Bewegungsprofils. Markieren Sie ein bereits erstelltes Element, um es bearbeiten zu können. Werte werden grundsätzlich positiv eingegeben.

Legende	Beschreibung
Basiswerte	
	- Eingabe der Geschwindigkeit oder Drehzahl. - Grau hinterlegte Eingabefelder sind deaktiviert. Die Werte werden automatisch berechnet.
Vorgabe	► Vorgabe – Basiswerte (📖 276)
Weg	► Weg / Winkel – Basiswerte (📖 277)
Winkel	
Zeit	► Zeit – Basiswerte (📖 277)
Geschwindigkeit	► Geschwindigkeit / Enddrehzahl – Basiswerte (📖 278)
Enddrehzahl	
Startgeschwindigkeit	► Startgeschwindigkeit / Startdrehzahl – Basiswerte (📖 278)
Startdrehzahl	
Beschleunigung	► Beschleunigung – Basiswerte (📖 278)
Schaltflächen	
Als Vorgabe setzen	Werte im Bereich <i>Basiswerte</i> als Vorgabe übernehmen.
Änderungen übernehmen	Markiertes Element im <i>Grafikbereich</i> entsprechend der eingegebenen Werte ändern. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> ein Element markiert ist.
Element anhängen	Ein Element mit den vorgegebenen Werten an das Bewegungsprofil im <i>Grafikbereich</i> rechts anhängen. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> kein Element markiert ist.

8.2.7.3 Register "Linie": Parameterprofil

Unter diesem Register erstellen oder bearbeiten Sie das Linien-Element eines Parameterprofils. Markieren Sie ein bereits erstelltes Element, um es bearbeiten zu können. Werte werden grundsätzlich positiv eingegeben.

Legende	Beschreibung
Typ	
<Parametername>	▶ <Parametername> – Typ (📖 276)
Vorgabe	▶ Vorgabe – Typ (📖 276) ▶ Objekteigenschaften (📖 250)
Basiswerte	
Zeit	▶ Zeit – Basiswerte (📖 277)
Links	▶ Links – Basiswerte (📖 278)
Rechts	▶ Rechts – Basiswerte (📖 279)
Regler gesperrt Regler freigegeben	▶ Regler / Bremse – Basiswerte (📖 279)
Bremse aktiviert Bremse gelöst	
Schaltflächen	
Als Vorgabe setzen	Werte in den Bereichen <i>Typ</i> und <i>Basiswerte</i> als Vorgabe übernehmen.
Änderungen übernehmen	Markiertes Element im <i>Grafikbereich</i> entsprechend der eingegebenen Werte ändern. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> ein Element markiert ist.
Element anhängen	Ein Element mit den vorgegebenen Werten an das Bewegungsprofil im <i>Grafikbereich</i> rechts anhängen. • Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> kein Element markiert ist.

Hinweise zur Auslegung

- Stillstandsphase
 - Das Drehmoment (Haltemoment), das in der Stillstandsphase entsteht, muss nicht vom Motor aufgenommen werden. Im Drehmoment-Diagramm des Motors ist erkennbar, dass das Drehmoment im Stillstand zu Null gesetzt wird. Dieses Drehmoment kann von der mechanischen Bremse übernommen werden und wird im Drehmoment-Diagramm der Bremse angezeigt. Die entsprechenden Diagramme können Sie im Ergebnisbaum auswählen.
- Bremse
 - Bei Aktivierung der Bremse ist die Verknüpfzeit bzw. Trennzeit zu berücksichtigen.
 - [Auswahl mechanische Bremse](#) (📖 363)
- Reglersperre
 - Um eine zusätzliche Entlastung des Motors und Umrichters zu erreichen, kann ebenfalls bei der Eingabe des Bewegungsprofils das Setzen der Reglersperre aktiviert werden. In Allgemeinen wird die Reglersperre auch gesetzt, wenn die mechanische Bremse aktiviert wird. Ist die Reglersperre gesetzt, wird der Motor im Stillstand nicht mehr bestromt und die effektive Strombelastung nimmt ab.
- Masse der Nutzlast, Gegenkraft
 - Abhängig von der Anwendung kann für jedes Teilprofil eine Nutzlast und/oder eine Gegenkraft eingegeben werden, um z. B. Leerfahrten oder Windlasten zu berücksichtigen.

8.2.7.4 Register "S-Flanke"

Unter diesem Register erstellen oder bearbeiten Sie das S-förmige Element des Bewegungsprofils. S-förmige Elemente können nur für Beschleunigungen und Verzögerungen verwendet werden. Markieren Sie ein bereits erstelltes Element, um es bearbeiten zu können. Werte werden grundsätzlich positiv eingegeben.

Legende	Beschreibung
Basiswerte	
	- Eingabe der Geschwindigkeit oder Drehzahl. - Grau hinterlegte Eingabefelder sind deaktiviert. Die Werte werden automatisch berechnet.
Vorgabe	► Vorgabe – Basiswerte (📖 276)
Weg	► Weg / Winkel – Basiswerte (📖 277)
Winkel	
Zeit	► Zeit – Basiswerte (📖 277)
Geschwindigkeit	► Geschwindigkeit / Enddrehzahl – Basiswerte (📖 278)
Enddrehzahl	
Startgeschwindigkeit	► Startgeschwindigkeit / Startdrehzahl – Basiswerte (📖 278)
Startdrehzahl	
Ruck	
	- Eine S-förmige Beschleunigung besteht aus drei Abschnitten: - Einblenden der Beschleunigung (Verschleiß) - Lineare Beschleunigung - Ausblenden der Beschleunigung (Verschleiß) - Werte für den Verschleiß gelten immer für das Einblenden und Ausblenden. - Grau hinterlegte Eingabefelder sind deaktiviert. Die Werte werden automatisch berechnet.
Vorgabe	► Vorgabe – Ruck (📖 280)
Ruckverhältnis	► Ruckverhältnis – Ruck (📖 280)
Verschleißzeit	► Verschleißzeit – Ruck (📖 280)
Ruck	► Ruck – Ruck (📖 281)
Max. Beschleunigung	► Max. Beschleunigung – Ruck (📖 281)
Schaltflächen	
Als Vorgabe setzen	Werte in den Bereichen <i>Basiswerte</i> und <i>Ruck</i> als Vorgabe übernehmen.
Änderungen übernehmen	Markiertes Element im <i>Grafikbereich</i> entsprechend der eingegebenen Werte ändern. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> ein Element markiert ist.
Element anhängen	Ein Element mit den vorgegebenen Werten an das Bewegungsprofil im <i>Grafikbereich</i> rechts anhängen. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> kein Element markiert ist.

8.2.7.5 Register "Importiertes Profil"

Unter diesem Register können Sie ein importiertes Bewegungsprofil oder Parameterprofil überprüfen und geringfügig bearbeiten. Dazu muss das Profil markiert sein. Es lässt auf der Zeichenfläche beliebig verschieben und in der Größe skalieren. Die Kombination kann nicht aufgehoben werden. Sie können dem Profil weitere Elemente voranstellen oder anhängen.

Die importierten Punkte des Bewegungsprofils und der Parameter können Sie im Parameterbereich überprüfen. Außerdem können Sie den Profilen weitere Elemente hinzufügen.

	s	m/s
1	0,000000	0,000000
2	0,041667	0,001282
3	0,083333	0,005127
4	0,125000	0,011536
5	0,166667	0,020508
6	0,208333	0,032044
7	0,250000	0,046143
8	0,291667	0,062805
9	0,333333	0,082031
10	0,375000	0,103821
11	0,416667	0,128174

Legende	Beschreibung
❶	Tabellarische Anzeige der importierten Punkte und Daten. Wenn Sie in der Tabelle eine Zeile markieren, wird dieser importierte Wert als Punkt im Bewegungsprofil angezeigt.
Typ	
Punkte	Anzahl der importierten Punkte. Nur Anzeige.
Punkte anzeigen	Zeigt bei aktiviertem Auswahlfeld die Punkte auf dem Bewegungsprofil im <i>Grafikbereich</i> an.
Aktualisieren	Bewegungsprofil aktualisieren, wenn sich Daten in der ASCII-Datei geändert haben. - Die Schaltfläche Aktualisieren ist nur aktiv, wenn eine Verknüpfung zur ASCII-Datei vorhanden ist. - Beim Importieren wird eine Verknüpfung zur ASCII-Datei hergestellt. Die Verknüpfung bleibt auch nach dem Speichern des Bewegungsprofils (Imp-Datei) erhalten. Ändert sich der absolute Datenpfad oder der Dateiname, geht die Verknüpfung verloren. Profildaten importieren (📖 255)
Basiswerte	
	Grau hinterlegte Eingabefelder sind deaktiviert. Die Werte werden automatisch berechnet.
Vorgabe	► Vorgabe – Basiswerte (📖 276)
Weg	► Weg / Winkel – Basiswerte (📖 277)
Winkel	
Zeit	► Zeit – Basiswerte (📖 277)
Geschwindigkeit	► Geschwindigkeit / Enddrehzahl – Basiswerte (📖 278)
Enddrehzahl	
Startgeschwindigkeit	► Startgeschwindigkeit / Startdrehzahl – Basiswerte (📖 278)
Startdrehzahl	
Schaltflächen	
Änderungen übernehmen	Markiertes Element im <i>Grafikbereich</i> entsprechend der eingegebenen Werte ändern. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> ein Element markiert ist.
Element anhängen	Ein Element aus einer ASCII-Datei importieren und an das Bewegungsprofil im <i>Grafikbereich</i> rechts anhängen. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> kein Element markiert ist.

8.2.8

Positionierung



In das Register **Profil** wechseln im Eingabebereich *Basiswerte*, unter *Vorgabe* den Modus **Positionierung** wählen.

Mit dieser Funktion können Sie komfortabel Bewegungsprofile für Positionieranwendungen erstellen.

- Verfügbar sind nur das Element Trapez und die Optionen Beschleunigung, S-Form und Verschleißzeit.
- Vorgabe- oder Grenzwerte, die nicht überschritten werden dürfen, sind rot dargestellt.
 - Aus den Werten Weg und Zeit und unter Einhaltung der Grenzwerte wird die Geschwindigkeit berechnet. Kann der Weg nicht in der vorgegeben Zeit nicht zurückgelegt werden, wird die Zeit automatisch verlängert.
- Einfache Optimierung des Zeitverlauf eines Elements.
 - Um die kürzeste Zeit zu erhalten, geben Sie im Eingabefeld *Zeit* einen sehr kleinen Wert vor (z. B. 1 ms). Übernehmen Sie den Wert. DSD berechnet den kleinsten möglichen Wert.

Legende	Beschreibung
Typ	
	Trapezförmiges Element. • Andere Elemente im Eingabebereich Typ sind nicht verfügbar.
S-Form	Trapezförmige Beschleunigungs- und Verzögerungsphase. • Bei aktiviertem Auswahlfeld ist das Eingabefeld Ruck eingeblendet. ▶ Nicht lineare Bewegungsprofile (📖 286)
Basiswerte	
	• Eingabe der Geschwindigkeit oder Drehzahl. • Grau hinterlegte Eingabefelder sind deaktiviert. Die Werte werden automatisch berechnet.
Vorgabe	▶ Vorgabe – Basiswerte (📖 276)
Weg	▶ Weg / Winkel – Basiswerte (📖 277)
Winkel	
Zeit	▶ Zeit – Basiswerte (📖 277)
Geschwindigkeit	▶ Geschwindigkeit / Drehzahl – Basiswerte (📖 277)
Drehzahl	
Geschwindigkeit-Grenze	
Drehzahl-Grenze	
Beschleunigung	
Max. (Links)	▶ Links – Beschleunigung (📖 279)
Max. Verzögerung	▶ Rechts – Verzögerung (📖 279)

Legende	Beschreibung
Ruck	
	• Eine S-förmige Beschleunigung besteht aus drei Abschnitten: • Einblenden der Beschleunigung (Verschliff) • Lineare Beschleunigung • Ausblenden der Beschleunigung (Verschliff) • Werte für den Verschliff gelten immer für das Einblenden und Ausblenden. • Der Eingabebereich wird nur angezeigt, wenn das Auswahlfeld S-Form im Eingabebereich Typ aktiviert ist.
Links	► Links – Ruck (📖 280)
Rechts	► Rechts – Ruck (📖 280)
Schaltflächen	
Als Vorgabe setzen	Werte in den Bereichen <i>Basiswerte</i> , <i>Beschleunigung</i> und <i>Ruck</i> als Vorgabe übernehmen.
Änderungen übernehmen	Markiertes Element im <i>Grafikbereich</i> entsprechend der eingegebenen Werte ändern. Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> ein Element markiert ist.
Element anhängen	Ein Element mit den vorgegebenen Werten an das Bewegungsprofil im <i>Grafikbereich</i> rechts anhängen. • Die Schaltfläche ist nur aktiv, wenn im <i>Grafikbereich</i> kein Element markiert ist.

8.2.9 Parameterbereich: Daten für die Eingabe

In den folgenden Kapitel sind Daten beschrieben, die Sie im Parameterbereich eingeben oder auswählen können.

8.2.9.1 <Parametername> – Typ

Parameter	Beschreibung
<Parametername>	Name des Parameters, der im Objektbereich ausgewählt ist. Nur Anzeige Register "Linie": Parameterprofil (270) Objekteigenschaften (250)

8.2.9.2 Vorgabe – Typ

Parameter	Beschreibung
Vorgabe	Standardwert, mit dem der Parameter automatisch angelegt wird. - Durch Einfügen weiterer Linien-Elemente wird ein individuelles Parameterprofil erstellt. - Die Parameter Bremse und Reglersperre haben keinen Vorgabewert, da diese Steuersignale nur die Zustände 1 oder 0 annehmen können. Register "Linie": Parameterprofil (270) Objekteigenschaften (250)

8.2.9.3 Vorgabe – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Vorgabe	Auswahl der Größen, die eingegeben werden sollen. - Translatorisches Bewegungsprofil: - Geschwindigkeit/Zeit - Weg/Zeit - Weg/Geschwindigkeit - Rotatorisches Bewegungsprofil: - Drehzahl/Zeit - Winkel/Zeit - Winkel/Geschwindigkeit Verwendung des Parameters: Register "Profil" (267) Register "Linie": Bewegungsprofil (269) Register "S-Flanke" (272) Register "Importiertes Profil" (273) - Positionierung Verwendung des Parameters: Positionierung (274)

8.2.9.4 Weg / Winkel – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Weg Winkel	• Translatorisches Bewegungsprofil: • Zurückgelegter Weg bei Ablaufende des Elements. • Rotatorisches Bewegungsprofil: • Überstrichener Drehwinkel bei Ablaufende des Elements. Verwendung des Parameters: ▶ Register "Profil" (📖 267) ▶ Register "Linie": Bewegungsprofil (📖 269) ▶ Register "S-Flanke" (📖 272) ▶ Register "Importiertes Profil" (📖 273)

8.2.9.5 Zeit – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Zeit	Zeit, die für den Ablauf des Elements benötigt wird. Verwendung des Parameters: ▶ Register "Profil" (📖 267) ▶ Register "Linie": Bewegungsprofil (📖 269) ▶ Register "Linie": Parameterprofil (📖 270) ▶ Register "S-Flanke" (📖 272) ▶ Register "Importiertes Profil" (📖 273)

8.2.9.6 Geschwindigkeit / Drehzahl – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Geschwindigkeit Drehzahl	• Translatorisches Bewegungsprofil: • Max. Geschwindigkeit bei Ablaufende des Elements. • Rotatorisches Bewegungsprofil: • Max. Drehzahl bei Ablaufende des Elements. Verwendung des Parameters: ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.7 Zeit (rechts) – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Zeit (rechts)	Dauer der Konstantfahrt nach der zweiten Beschleunigung bzw. Verzögerung. • Das Eingabefeld wird nur bei einem Element für Schleichfahrt angezeigt. Verwendung des Parameters: ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.8 Geschwindigkeit (rechts) / Drehzahl (rechts) – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Geschwindigkeit (rechts) Drehzahl (rechts)	• Translatorisches Bewegungsprofil: • Geschwindigkeit nach der zweiten Beschleunigung bzw. Verzögerung. • Rotatorisches Bewegungsprofil: • Drehzahl nach der zweiten Beschleunigung bzw. Verzögerung. • Das Eingabefeld wird nur bei einem Element für Schleichfahrt angezeigt. Verwendung des Parameters: Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.9 Geschwindigkeit / Enddrehzahl – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Geschwindigkeit Enddrehzahl	• Translatorisches Bewegungsprofil: • Geschwindigkeit bei Ablaufende des Elements. • Rotatorisches Bewegungsprofil: • Drehzahl bei Ablaufende des Elements. Verwendung des Parameters: Register "Linie": Bewegungsprofil (📖 269) Register "S-Flanke" (📖 272) Register "Importiertes Profil" (📖 273)

8.2.9.10 Startgeschwindigkeit / Startdrehzahl – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Startgeschwindigkeit Startdrehzahl	• Translatorisches Bewegungsprofil: • Geschwindigkeit bei Ablaufbeginn des Elements. • Rotatorisches Bewegungsprofil: • Drehzahl bei Ablaufbeginn des Elements. • Das Eingabefeld wird nur angezeigt, wenn ein Element markiert ist. Register "Linie": Bewegungsprofil (📖 269) Register "S-Flanke" (📖 272) Register "Importiertes Profil" (📖 273)

8.2.9.11 Beschleunigung – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Beschleunigung	Beschleunigung bzw. Verzögerung von Ablaufbeginn bis Ablaufende des Elements. Register "Linie": Bewegungsprofil (📖 269)

8.2.9.12 Links – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Links	Wert bei Ablaufbeginn des Elements. Register "Linie": Parameterprofil (📖 270)

8.2.9.13 Rechts – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Rechts	Wert bei Ablaufende des Elements. ▶ Register "Linie": Parameterprofil (📖 270)

8.2.9.14 Regler / Bremse – Basiswerte

Parameter	Beschreibung
Regler gesperrt Regler freigegeben	Steuersignal für den Umrichter. ▶ Register "Linie": Parameterprofil (📖 270)
Bremse aktiviert Bremse gelöst	Steuersignal für die elektromechanische Bremse. ▶ Register "Linie": Parameterprofil (📖 270)

8.2.9.15 Vorgabe – Beschleunigung

Parameter	Beschreibung
Vorgabe	Folgende Größen sind auswählbar: • Max. Beschleunigung. • Beschleunigungszeit: • Verstrichene Zeit bis die Anwendung auf Sollgeschwindigkeit beschleunigt hat. • Beschleunigungsweg: • Zurückgelegter Weg bis die Anwendung auf Sollgeschwindigkeit beschleunigt hat. Verwendung des Parameters: ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.16 Links – Beschleunigung

Parameter	Beschreibung
Links	Beschleunigung aus dem Stillstand bis zur Sollgeschwindigkeit. Verwendung des Parameters: ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.17 Mitte – Beschleunigung

Parameter	Beschreibung
Mitte	Weitere Beschleunigung bzw. Verzögerung ab einer bestimmten Geschwindigkeit. • Das Eingabefeld wird nur bei einem Element für Schleichfahrt angezeigt. Verwendung des Parameters: ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.18 Rechts – Verzögerung

Parameter	Beschreibung
Rechts	Verzögerung bis zum Stillstand. Verwendung des Parameters: ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.19 Vorgabe – Ruck

Parameter	Beschreibung
Vorgabe	Folgende Größen sind auswählbar: • Ruckverhältnis: • Prozentualer Anteil der drei Abschnitte Einblenden, lineare Beschleunigung und Ausblenden am gesamten Element. • Verschleißzeit: • Dauer der Einblend- und Ausblendphase. • Ruck: • Beschleunigung während der Einblend- und Ausblendphase. • Max. Beschleunigung • Beschleunigung bzw. Verzögerung von Ablaufbeginn bis Ablaufende des Elements. • Die Auswahl wird nur bei einem S-förmigen Element angezeigt. ▶ Register "Profil" (📖 267) ▶ Register "S-Flanke" (📖 272)

8.2.9.20 Links – Ruck

Parameter	Beschreibung
Links	Ruck für die Beschleunigung aus dem Stillstand bis zur Sollgeschwindigkeit. ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.21 Mitte – Ruck

Parameter	Beschreibung
Mitte	Ruck für die weitere Beschleunigung bzw. Verzögerung. • Das Eingabefeld wird nur bei einem Element für Schleichfahrt angezeigt. ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.22 Rechts – Ruck

Parameter	Beschreibung
Rechts	Ruck für die Verzögerung bis zum Stillstand. ▶ Register "Profil" (📖 267)

8.2.9.23 Ruckverhältnis – Ruck

Parameter	Beschreibung
Ruckverhältnis	Prozentualer Anteil der drei Abschnitte Einblenden, lineare Beschleunigung und Ausblenden am gesamten Element. ▶ Register "S-Flanke" (📖 272)

8.2.9.24 Verschleißzeit – Ruck

Parameter	Beschreibung
Verschleißzeit	Dauer der Einblend- und Ausblendphase. ▶ Register "S-Flanke" (📖 272)

8.2.9.25 Ruck – Ruck

Parameter	Beschreibung
Ruck	Beschleunigung während der Einblend- und Ausblendphase. ▶ Register "S-Flanke" (📖 272)

8.2.9.26 Max. Beschleunigung – Ruck

Parameter	Beschreibung
Max. Beschleunigung	Beschleunigung bzw. Verzögerung von Ablaufbeginn bis Ablaufende des Elements. ▶ Register "S-Flanke" (📖 272)

8.2.10 Bewegungsprofil: Anwendungshinweise

8.2.10.1 Minimale Grenzwerte für Hoch- und Ablaufzeiten

Bei zunehmend kleineren Hoch- und Ablaufzeiten steigt der Bedarf an dynamischem Drehmoment proportional zur Beschleunigung und reziprok zur Hoch- bzw. Ablaufzeit:

$$M_{\text{dyn}} \sim a \quad \text{bzw.} \quad M_{\text{dyn}} \sim \alpha$$

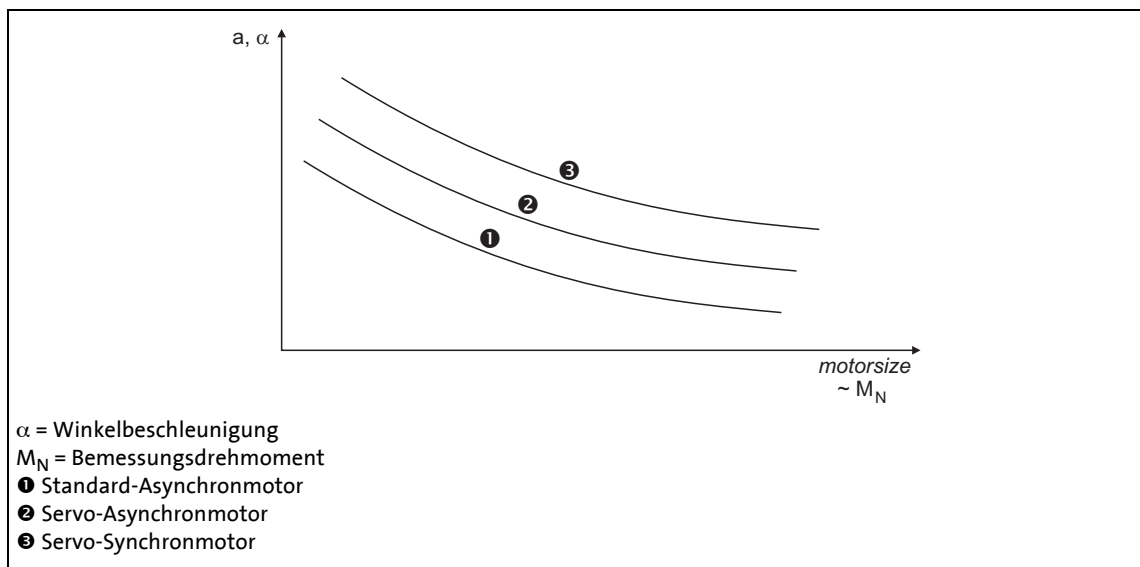
$$M_{\text{dyn}} \sim \frac{1}{t_r} \quad \text{bzw.} \quad M_{\text{dyn}} \sim \frac{1}{t_f}$$

t_r = Hochlaufzeit

t_f = Ablaufzeit

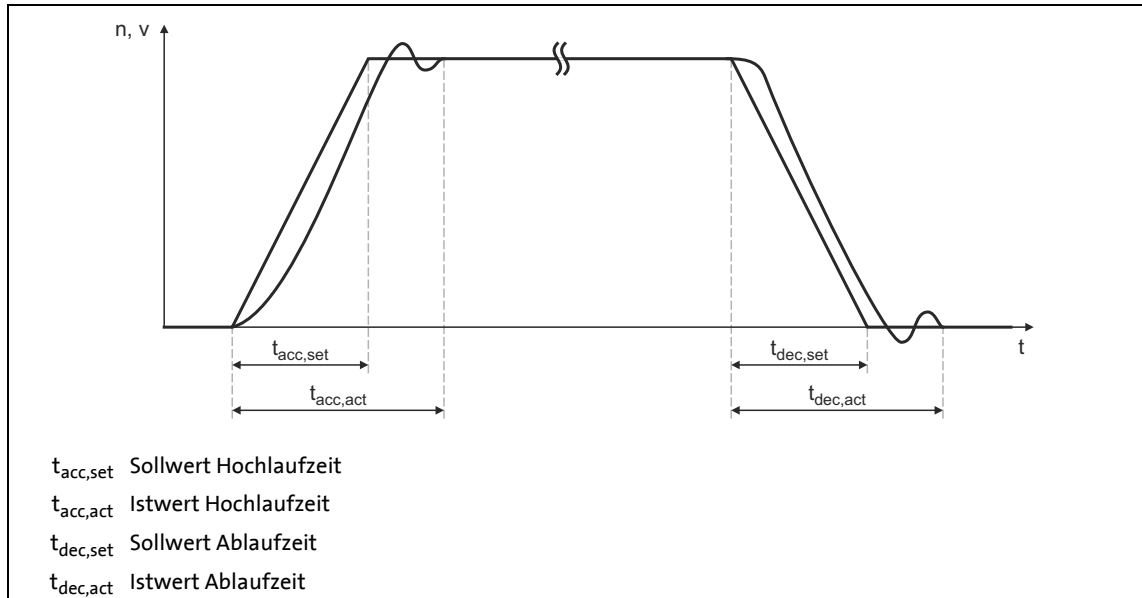
M_{dyn} = Dynamisches Drehmoment

- Damit wird ein größerer Antrieb erforderlich, der sich aber selbst auch noch beschleunigen muss.
- Bei größerer Motoren ist das Beschleunigungsvermögen geringer ist als bei kleineren Motoren. Daher ist es möglich, dass ein später ausgewählter Motor die Vorgaben nicht mehr erfüllen kann.
- Diese Abhängigkeiten werden automatisch im DSD berücksichtigt, so dass bei der Überschreitung von Grenzwerten eine Warnung erfolgt.



[8-1] Beschleunigungsvermögen als Funktion der Baugröße

- Haben die Hoch- und Ablaufzeiten extrem kleine Werte, machen sich bereits die An- und Ausregelzeiten des Antriebs bemerkbar und überlagern das gewünschte Drehzahlprofil. Die Hoch- und Ablaufzeiten können zwar physikalisch vom Antrieb aufgebracht werden, sind aber regelungstechnisch nicht realisierbar, so dass sich Verzögerungen ergeben.



[8-2] Antriebsverhalten bei hochdynamischen Bewegungsprofilen

- Diese Effekte können bei hochdynamisch taktenden Antrieben, wie z. B. Kurvenscheibenanwendungen, Querschneidern, Handlingsgeräten, Robotern, Verpackungsmaschinen auftreten.

- Die folgende Tabelle gibt Richtwerte für minimale Hoch- bzw. Ablaufzeiten an. Werden diese Werte unterschritten, müssen Sie das regelungstechnische Verhalten des Antriebs zusätzlich überprüfen.

	VFC plus $t_{acc,set}/t_{dec,set}$	SLVC $t_{acc,set}/t_{dec,set}$	SC $t_{acc,set}/t_{dec,set}$
Servoumrichter			
Servoumrichter i700	< 100 ms	–	< 50 ms
Servoumrichter 9400 HighLine			
Frequenzumrichter 8400 TopLine			
Frequenzumrichter			
Frequenzumrichter 8400 BaseLine	< 100 ms	< 500 ms	< 50 ms
Frequenzumrichter 8400 StateLine			
Frequenzumrichter 8400 HighLine			
Frequenzumrichter 8400 TopLine			
Dezentrale Umrichter			
Frequenzumrichter 8400 motec	< 100 ms	< 500 ms	–
Frequenzumrichter 8400 protec	< 100 ms	< 500 ms	< 50 ms

Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein:

- $t_{r,set} > t_{dyn,min}$
- $t_{f,set} > t_{dyn,min}$

VFC plus Voltage frequency control

SLVC Sensorless vector control

SC Servo control

$t_{acc,set}$ Sollwert Hochlaufzeit

$t_{acc,act}$ Istwert Hochlaufzeit

$t_{dec,set}$ Sollwert Ablaufzeit

$t_{dec,act}$ Istwert Ablaufzeit

$t_{dyn,min}$ Dynamische Hoch-/ Ablaufzeit, die der Umrichter regelungstechnisch mindestens realisieren kann



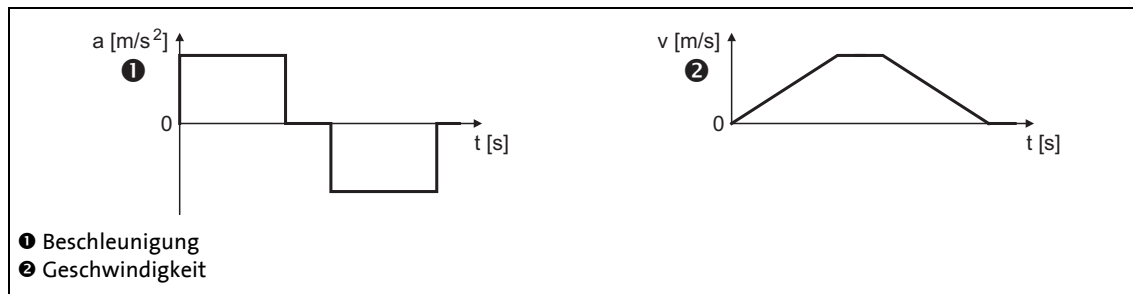
Hinweis!

Ohne gezielte Vorsteuerung des erforderlichen Beschleunigungsdrehmoments im Umrichter sind diese regelungstechnischen Verzögerungszeiten zu beachten.

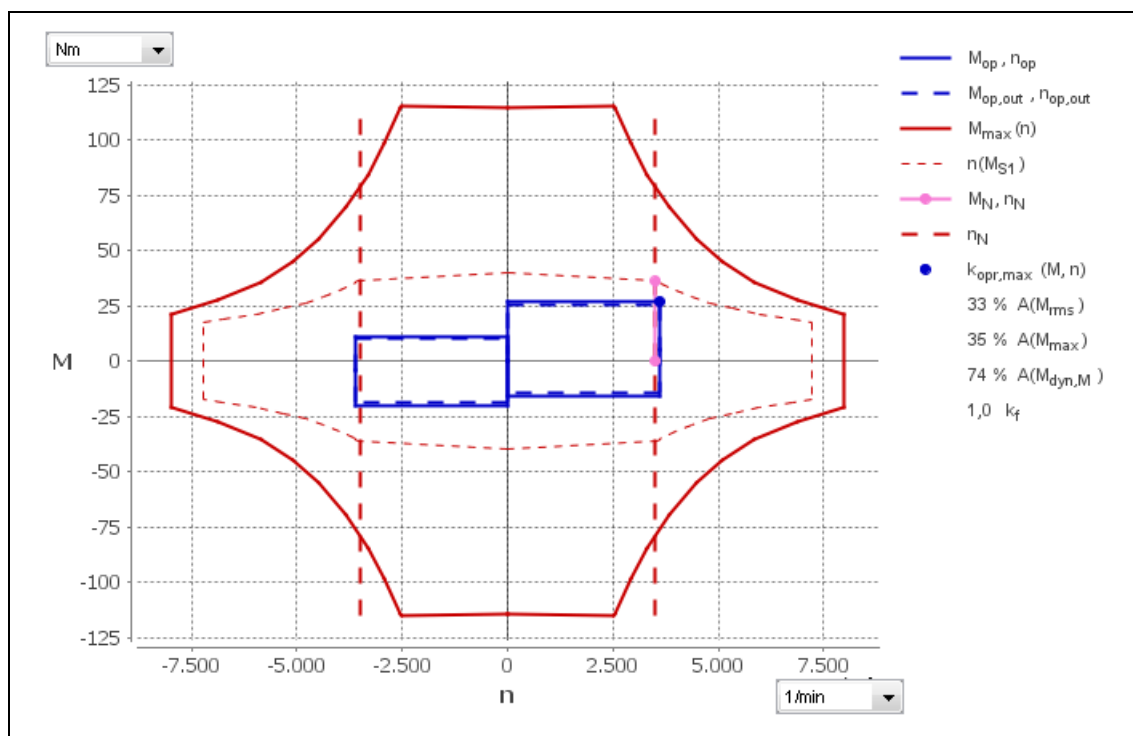
Werden diese Zeiten unterschritten, so ist zusätzlich zu der Antriebsauslegung mit dem DSD noch eine regelungstechnische Systembetrachtung durch empirische Überprüfungen (z. B. an einem Testaufbau) oder durch eine geeignete Simulation durchzuführen.

8.2.10.2 Lineare Bewegungsprofile

Lineare Bewegungsprofile sind nicht ruckbegrenzend und die Maximalwerte von Drehmoment und Drehzahl treten gleichzeitig auf.



[8-3] Lineares Bewegungsprofil



[8-4] Drehzahl-Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie des Motors bei linearem Bewegungsprofil

8.2.10.3 Nicht lineare Bewegungsprofile

Bei Motion-Anwendungen (hochdynamische Bewegungsantriebe) für Robotik, Montage, Handling gibt es neben linearen Profilen noch weitere Bewegungsprofile mit Ruckbegrenzung:

- [S-förmige Bewegungsprofile](#)
- [sin²-förmige Bewegungsprofile](#)
- CAM-Kurvenprofile
 - CAM-Kurvenprofile können Sie mit dem »CAM Designer« im »Engineer« erstellen. Mit dem Austauschformat TXT oder DPR übertragen Sie die Daten nach DSD.

Im Vergleich zu einem linearen Bewegungsprofil bewirkt ein Bewegungsprofil mit Ruckbegrenzung eine größere Drehmomentbeschleunigung und somit ein höheres dynamisches Drehmoment. Da dies nur im mittleren Drehzahlbereich vorkommt und der Motor in der Regel mit höheren Drehzahlen als bei linearen Bewegungsprofilen betrieben werden kann, wird der Mehrbedarf an Drehmoment durch die größere Getriebeübersetzung kompensiert.

Bei hochdynamischen Bewegungen steigt die Belastung des Getriebes. Damit das Getriebe nicht überlastet wird, müssen die in DSD ermittelten Verschleißzeiten eingehalten werden.

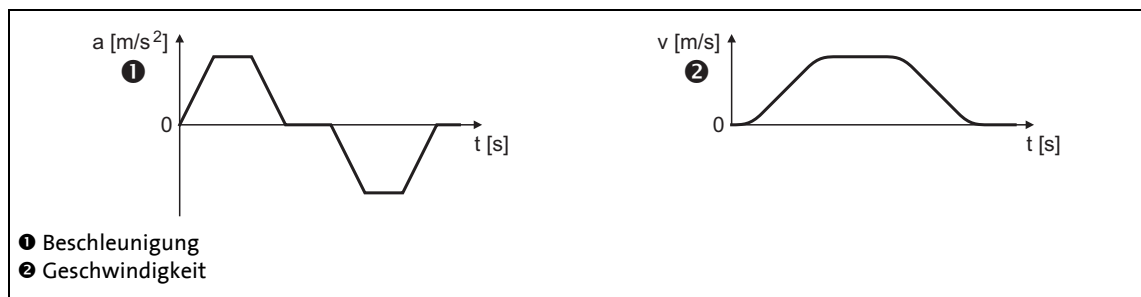
Die nachfolgende Tabelle zeigt Vorteile eines ruckbegrenzenden Bewegungsprofils:

Vorteile für die Anwendung	Vorteile für den Motor/Umrichter
• Bewegung erfolgt ruckbegrenzt (S-förmiges Bewegungsprofil). • Bewegung erfolgt mit stetigen Ruckverläufen (sin²-förmiges Bewegungsprofil, einige CAM-Kurvenprofile). • Mechanische Resonanzen werden weniger angeregt. • Mechanik wird geschont.	• Motor wird im Kennlinienfeld deutlich besser ausgenutzt (Maximalwerte von Drehmoment und Drehzahl treten nicht gleichzeitig auf, dadurch höhere Motordrehzahlen und größere Getriebeübersetzungen möglich). • Lastabstimmungsfaktor k_j kann reduziert werden. • Stabilere Regelung • Höhere Dynamik

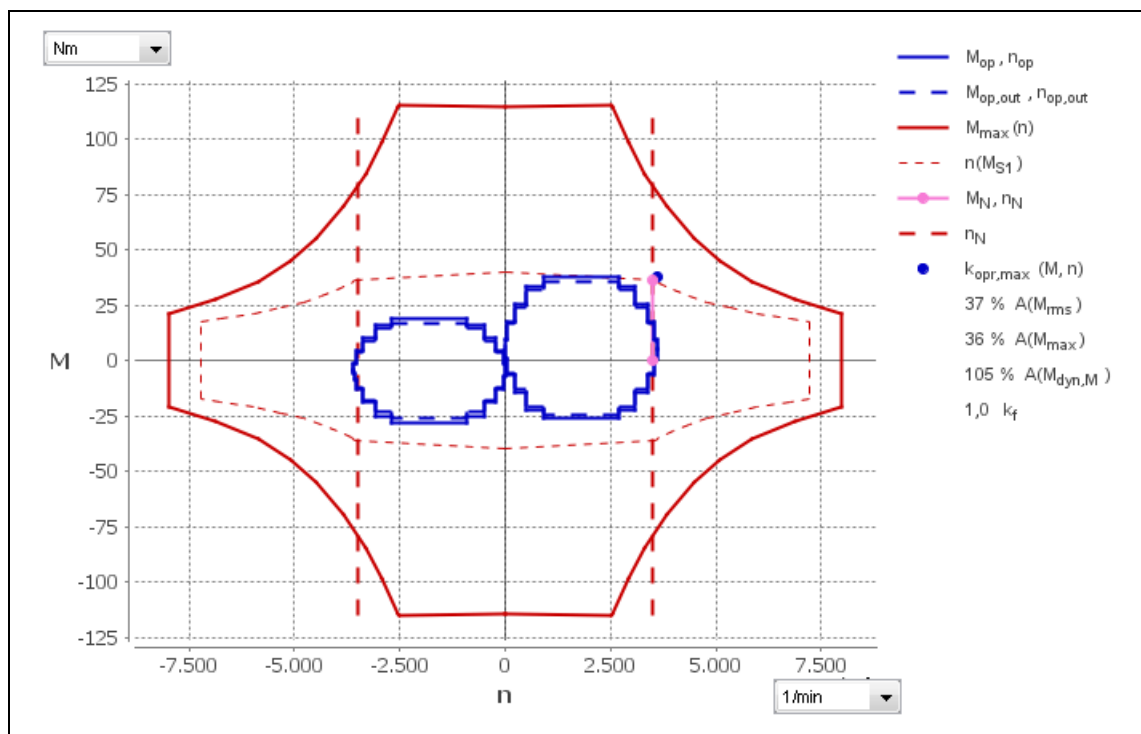
S-förmige Bewegungsprofile

Beim S-förmigen Bewegungsprofil wird die Beschleunigung linear ein- und ausgeblendet, wodurch der Ruck begrenzt wird. Hier treten die Maximalwerte von Drehmoment und Drehzahl nicht gleichzeitig auf. Damit kann der Motor im Kennlinienfeld bei höheren Drehzahlen besser ausgenutzt werden.

- Die max. erzielbare Drehzahl liegt höher als beim linearen Profil.
- Die Eckleistung ist im Vergleich zum linearen Profil größer.
- Da die Beschleunigung linear ein- und ausgeblendet wird, ist die max. Beschleunigung größer als beim linearen Bewegungsprofil.



[8-5] S-förmiges Bewegungsprofil

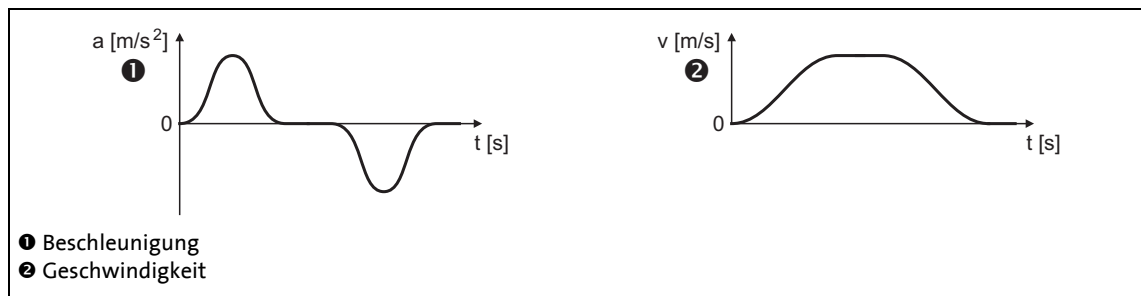


[8-6] Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie des Motors bei S-förmigem Bewegungsprofil

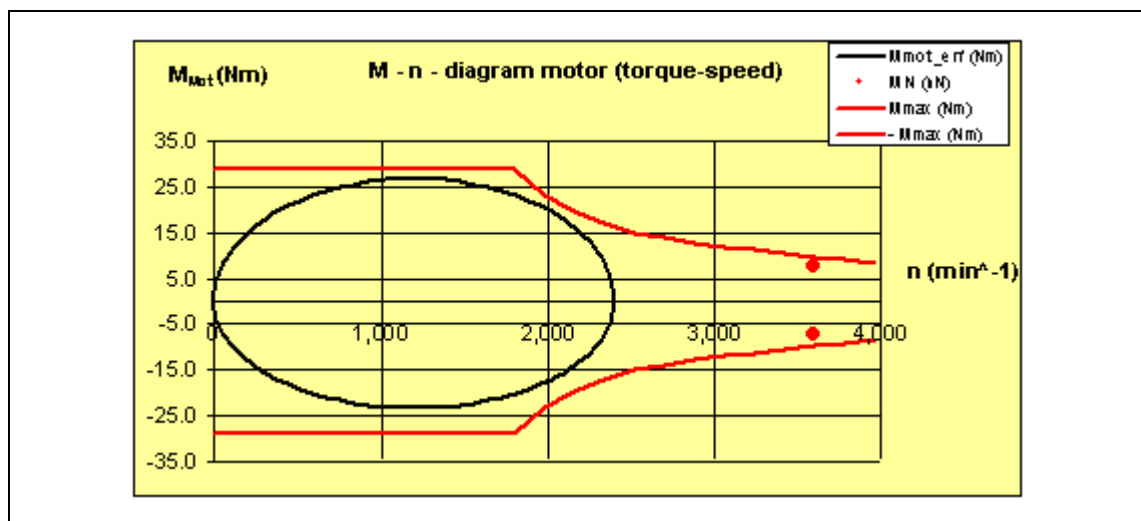
$\sin^2$ -förmige Bewegungsprofile

Beim $\sin^2$ -förmigen Bewegungsprofil erfolgt die Beschleunigung sinusförmig. Der Ruck ist ebenfalls sinusförmig, also stetig. Die Maximalwerte von Drehmoment und Drehzahl treten nicht gleichzeitig auf, dadurch lässt sich der Motor bei höheren Drehzahlen besser ausnutzen.

- Die max. erzielbare Drehzahl liegt höher als beim linearen und S-förmigen Bewegungsprofil.
- Die Eckleistung ist im Vergleich zum S-förmigen Bewegungsprofil größer.
- Da die Beschleunigung sinusförmig erfolgt, ist die maximale Beschleunigung größer als beim linearen Bewegungsprofil (57 % der Beschleunigung des linearen Bewegungsprofils).
- $\sin^2$ -förmige Bewegungsprofile stellen sich kreis- oder ellipsenförmig im Drehmoment-Drehzahl-Diagramm des Motors dar.



[8-7] $\sin^2$ -förmiges Bewegungsprofil



[8-8] Drehzahl-Drehmoment-Kennlinien des Motors mit $\sin^2$ -förmigem Bewegungsprofil

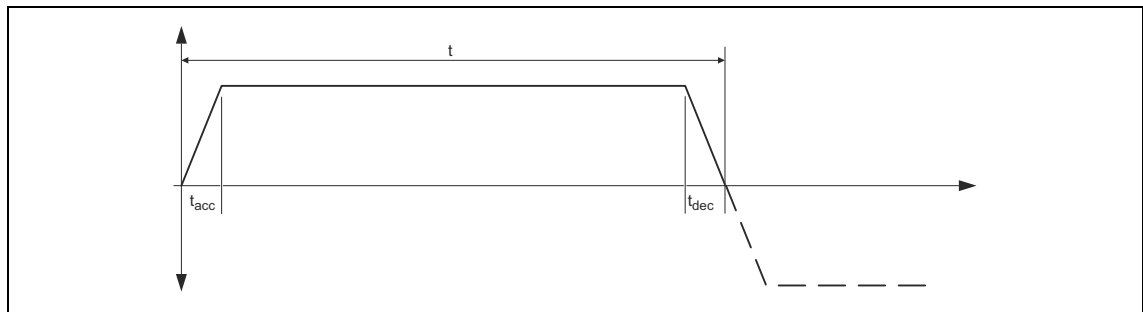
8.3 Vordefiniertes Bewegungsprofil nach Betriebsart

Bei der Auswahl eines Motors ist die Betriebsart von Bedeutung. Ein Motor erwärmt sich z. B. bei kurzfristiger Belastung weniger als bei Dauerbelastung und kann deshalb kleiner gewählt werden.

- Das Bewegungsprofil empfiehlt sich für den stationären Betrieb. Beschleunigungsvorgänge können berücksichtigt werden. Das Bewegungsprofil wird zyklisch wiederholt.
- Die vordefinierten Bewegungsprofile sind angelehnt an die Betriebsarten nach VDE 0530 bzw. IEC 34-1.
- Der DSD bietet die Auswahl der Betriebsarten S1, S2, S3 und S6 an.
- Der Betrieb eines Motors bei von S1 abweichenden Betriebsarten ist mit erhöhter Leistung möglich.

8.3.1 Dauerbetrieb S1

Betrieb mit einer konstanten Belastung, die solange ansteht, dass die Maschine den thermischen Beharrungszustand erreicht.

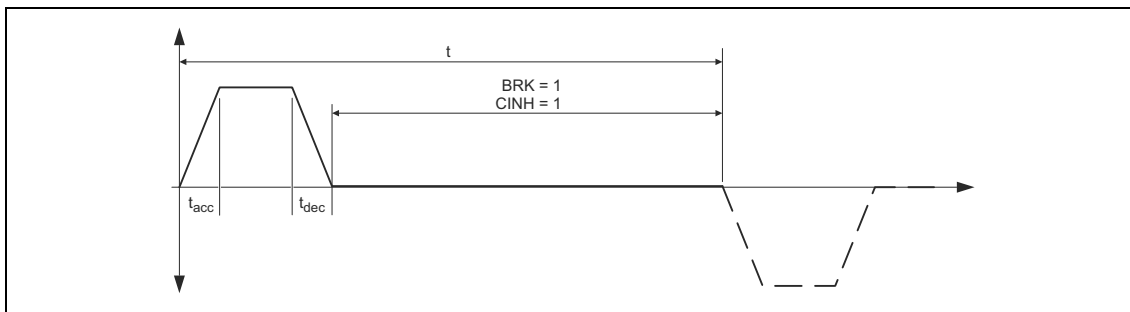


[8-9] Bewegungsprofil bei Betriebsart S1

Beschreibung	
t	Zykluszeit, entspricht der Dauer der Belastungsphase.
t _{acc}	Hochlaufzeit, die der Antrieb bis zum konstanten Belastungszustand benötigt.
t _{dec}	Ablaufzeit, die der Antrieb bis zum Stillstand benötigt.

8.3.2 Kurzzeitbetrieb S2

Die Betriebsdauer mit konstanter Belastung reicht nicht aus, um den thermischen Beharrungszustand zu erreichen. In der anschließenden Pause kann sich der Motor auf die Ausgangstemperatur abkühlen.



[8-10] Bewegungsprofil bei Betriebsart S2

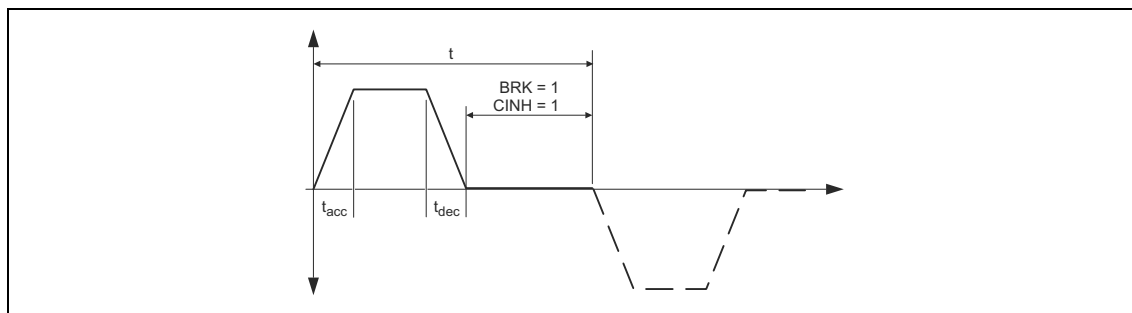
Beschreibung	
t	Zykluszeit, entspricht der Dauer der Belastungsphase.
t _{acc}	Hochlaufzeit, die der Antrieb bis zum konstanten Belastungszustand benötigt.
t _{dec}	Ablaufzeit, die der Antrieb bis zum Stillstand benötigt.
BRK	Bremse, BRK = 1: Bremse aktiv
CINH	Reglersperre, CINH = 1: Reglersperre aktiv

8.3.3 Aussetzbetrieb S3, S4, S5

Der Aussetzbetrieb setzt sich zusammen aus einer Folge identischer Spiele, von denen jedes eine Betriebszeit mit konstanter Belastung und eine Stillstandszeit umfasst.

Anlauf- und Bremszeiten und Trägheiten sind Merkmale der jeweiligen Betriebsart:

- S3: Der Anlaufstrom ist für die Erwärmung des Motors unerheblich.
- S4: Der Anlaufvorgang ist zusätzlich thermisch relevant.
- S5: Das Bremsverhalten und Anlaufverhalten werden berücksichtigt.

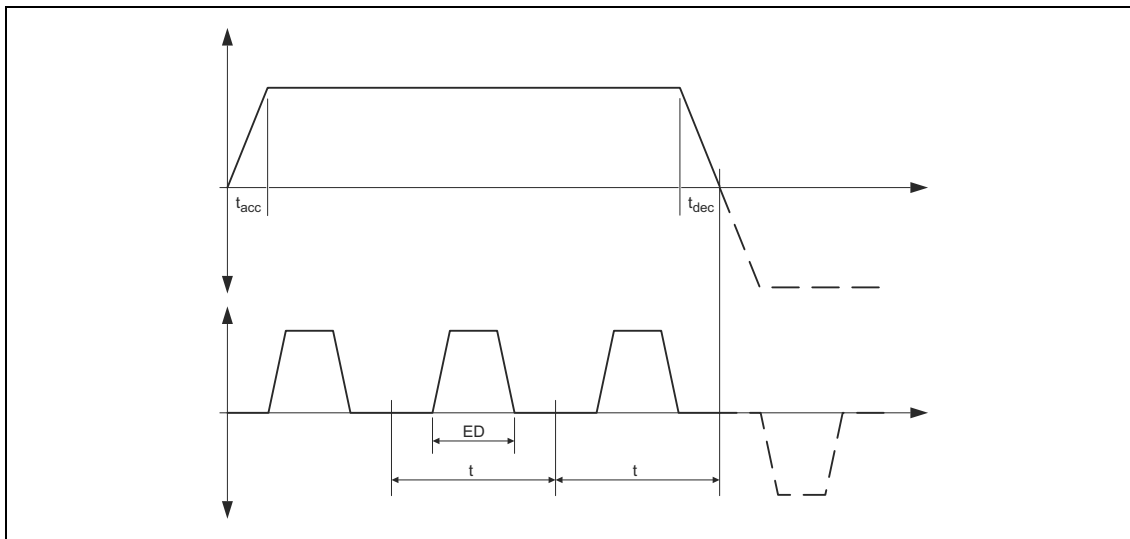


[8-11] Bewegungsprofil bei Betriebsart S3

Beschreibung	
t	Zykluszeit, entspricht der Dauer der Belastungsphase.
t _{acc}	Hochlaufzeit, die der Antrieb bis zum konstanten Belastungszustand benötigt.
t _{dec}	Ablaufzeit, die der Antrieb bis zum Stillstand benötigt.
BRK	Bremse, BRK = 1: Bremse aktiv
CINH	Reglersperre, CINH = 1: Reglersperre aktiv

8.3.4 Aussetzbelastung S6, S7

Ein Betrieb, der sich aus einer Folge identischer Spiele zusammensetzt, von denen jedes eine Betriebszeit mit konstanter Belastung und eine Leerlaufzeit umfasst. Es tritt keine Stillstandszeit auf.



[8-12] Bewegungsprofil bei Betriebsart S6

Beschreibung	
t	Zykluszeit, entspricht der Belastungszeit.
t_{acc}	Hochlaufzeit, die der Antrieb bis zum konstanten Belastungszustand benötigt.
t_{dec}	Ablaufzeit, die der Antrieb bis zum Stillstand benötigt.
ED	Relative Einschaltdauer Die relative Einschaltdauer ist das Verhältnis der Belastungszeit zur Zykluszeit.

8.3.5 Daten für die Eingabe

8.3.5.1 Max. Geschwindigkeit

Parameter	Beschreibung
$v_{\max}$	Max. Geschwindigkeit der Anwendung.

Siehe auch:

- ▶ [Kettenförderer](#) (134) → [Geschwindigkeit](#) (139)
- ▶ [Rollenförderer](#) (140) → [Geschwindigkeit](#) (146)
- ▶ [Gurtförderer Stückgut](#) (147) → [Geschwindigkeit](#) (151)
- ▶ [Gurtförderer Schüttgut](#) (153) → [Geschwindigkeit](#) (159)
- ▶ [Gleichlaufantrieb Einfachwalze](#) (160) → [Geschwindigkeit](#) (165)
- ▶ [Gleichlaufantrieb Quetschwalzen](#) (166) → [Geschwindigkeit](#) (172)

8.3.5.2 Drehzahl

Parameter	Beschreibung
n_{App}	Drehzahl der Anwendung. • An der Abtriebswelle erforderliche Drehzahl. • Wichtig: Gemeint ist die Drehzahl der Anwendung, nicht die Bemessungsdrehzahl des Motors!

8.3.5.3 Veränderliche Masse Nutzlast

Parameter	Beschreibung
$m_{\text{var,L}}$	Veränderliche Masse der Nutzlast. • Für die Berechnung im DSD wird angenommen, dass die Nutzlast gleichmäßig verteilt ist.

Siehe auch:

- ▶ [Zahnstangenantrieb](#) (95) → [Masse Nutzlast](#) (100)
- ▶ [Radantrieb](#) (107) → [Masse Nutzlast](#) (112)

8.3.5.4 Gegenmoment

Parameter	Beschreibung
M_{vs}	Gegenmoment, das der Antrieb aufbringen muss. • An der Abtriebswelle erforderliches Drehmoment.

8.3.5.5 Veränderliche Kraft der Anwendung

Parameter	Beschreibung
$F_{var,App}$	Erforderliche Kraft der Anwendung, veränderlich.

Siehe auch:

- ▶ [Riemenantrieb, umlaufend](#) (☐ 73) → [Zugkraft am Schlitten \(Gegenkraft\)](#) (☐ 83)
- ▶ [Omega-Riemenantrieb](#) (☐ 84) → [Gegenkraft](#) (☐ 94)
- ▶ [Zahnstangenantrieb](#) (☐ 95) → [Gegenkraft](#) (☐ 100)
- ▶ [Spindelantrieb](#) (☐ 101) → [Gegenkraft](#) (☐ 106)
- ▶ [Radantrieb](#) (☐ 107) → [Gegenkraft](#) (☐ 113)

8.3.5.6 Grundeinstellung Bewegungsprofil

Parameter	Beschreibung
Verwenden	Die Werte der Grundeinstellung sind eingegraut und lassen sich nicht verändern.
Verändern	Die Werte der Grundeinstellung können verändert werden.

8.3.5.7 Relative Einschaltdauer

Parameter	Beschreibung
ED	Die relative Einschaltdauer ist das Verhältnis der Belastungszeitzeit zur Zykluszeit. • Die Bezeichnung der Betriebsart wird durch die relative Einschaltdauer ergänzt, z. B. "S3-25 %".

8.3.5.8 Einschaltdauer

Parameter	Beschreibung
t_{on}	Die Einschaltdauer entspricht der Belastungsdauer des Antriebs. • Die Bezeichnung der Betriebsart wird durch die Einschaltdauer ergänzt, z. B. "S2-60 min".

8.3.5.9 Bremse im Stillstand

Parameter	Beschreibung
Aktiv	• Ja • Die Bremse ist im Stillstand aktiv. Bei aktivierter Bremse muss der Motor kein Drehmoment aufbringen. • Nein • Die Bremse ist im Stillstand nicht aktiv.

8.3.5.10 Reglersperre im Stillstand

Parameter	Beschreibung
Aktiv	• Ja • Die Reglersperre des Umrichters ist gesetzt. Die thermische Belastung des Umrichters und Motors wird dadurch reduziert. • Nein • Die Reglersperre des Umrichters ist nicht gesetzt.

8.3.5.11 Hochlaufzeit

Parameter	Beschreibung
t_{acc}	Hochlaufzeit, die der Antrieb bis zum konstanten Belastungszustand benötigt.

8.3.5.12 Ablaufzeit

Parameter	Beschreibung
t_{dec}	Ablaufzeit, die der Antrieb bis zum Stillstand benötigt.

8.3.5.13 Zykluszeit

Parameter	Beschreibung
t	Die Zykluszeit entspricht der Dauer der Belastungsphase.

8.3.5.14 Bewegungsrichtung

Parameter	Beschreibung
Vor-Zurück / Auf-Ab	• positiv • Der Zyklus ist nur positiv. Entsprechend bewegt sich der Antrieb nur in die positive Richtung. • beide • Der Zyklus ist abwechselnd positiv und negativ. Entsprechend bewegt sich der Antrieb erst in die positive dann in die negative Richtung.

9 Netz und Umgebung

Für den Betrieb des Antriebssystems sind Netzspannung, Netzsystem und Umgebungsbedingungen ausschlaggebend.

9.1 Elektrisches Versorgungsnetz

Wählen Sie das Versorgungsnetz, an dem das Antriebssystem angeschlossen werden soll. Bei einem Umrichter mit DC-Einspeisung wählen Sie das Versorgungsnetz des Versorgers.

Versorgungsnetz	Netzfrequenz	Netzsystem	Bemerkung
1AC 230 V	50 Hz	TN/TT-Netz IT-Netz	• Europa, Asien, Afrika und Australien haben eine 50-Hz-Netzfrequenz. • Nordamerika und teilweise Südamerika haben eine 60-Hz-Netzfrequenz. • Für 380-V-Netze Netz Bemessungsspannung 400 V wählen.
3AC 230 V			
3AC 400 V			
3AC 415 V			
1AC 120 V	60 Hz		
1AC 240 V			
3AC 240 V			
3AC 480 V			

9.1.1 Netzsystem

Nachfolgend sind die im DSD auswählbaren und weltweit gebräuchlichen Netzsysteme detaillierter beschrieben.

Geerdete Netzsysteme		Nicht geerdete Netzsysteme
TT-Netz (mit geerdetem Sternpunkt)	TN-Netz (mit geerdetem Sternpunkt)	IT-Netz (mit isoliertem Sternpunkt)

Geerdete Netzsysteme

TT- und TN-Netze sind Netzsysteme mit geerdetem Sternpunkt. Sie werden in den meisten Ländern verwendet werden. In einigen Ländern sind auch Netze mit geerdetem Außenleiter anzutreffen.

Nicht geerdete Netzsysteme

IT-Netze sind Netzsysteme mit isoliertem Sternpunkt. Sie sind in folgenden Ländern und Branchen anzutreffen:

- Im öffentlichen Versorgungsnetz in Frankreich und Belgien
- Chemische Industrie
- Bergbau
- Inselstromversorgungen (eigener Generator)
- Krankenhäuser
- Schiffsnetze
- Kran-, Förder- und Aufzugsanlagen
- Papier- und Zellstoffindustrie

Vorteile der IT-Netze sind die hohe Brand- und Personensicherheit. Außerdem erfolgt beim ersten Erdschluss keine Abschaltung.

9.2 Umgebungsbedingungen

9.2.1 Max. Umgebungstemperatur Motor/Getriebe

Die zulässige Belastbarkeit ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Die Belastbarkeit hängt auch davon ab, ob ein Getriebemotor oder ein Motor ohne Getriebe verwendet wird.



Tipp!

Bei einem Getriebemotor beginnt das Derating ab einer Temperatur von 30 °C, bei einem Motor ohne Getriebe ab 40 °C.

Für Getriebemotoren ergeben sich in Abhängigkeit von der Aufstellhöhe folgende Korrekturwerte k_{ϑ} :

ϑ_{opr}	k_{ϑ}			
	$\leq 1000 \text{ m}$	$\leq 2000 \text{ m}$	$\leq 3000 \text{ m}$	$\leq 4000 \text{ m}$
20 °C	1.15	1.04	0.92	0.81
30 °C	1	0.9	0.8	0.70
40 °C	0.8	0.72	0.64	0.56
50 °C	0.6	0.54	0.48	0.42
60 °C	0.4	0.36	0.32	0.28

Für Motoren ohne Getriebe ergeben sich folgende Korrekturwerte k_{θ} :

ϑ_{opr}	k_{θ}
0 ... 40 °C	1
≤ 45 °C	0.95
≤ 50 °C	0.9
≤ 55 °C	0.85
≤ 60 °C	0.8



Hinweis!

- Der DSD berücksichtigt keine Minustemperaturen.
- Bei einer Umgebungstemperatur < 0 °C geben Sie 0 °C ein.
- Stellen Sie sicher, dass die Umgebungsbedingungen zu den Motoren passen. Verwenden Sie als Hilfe die Tabellen mit den Korrekturwerten.

9.2.2

Max. Umgebungstemperatur Umrichter

DSD berücksichtigt die gerätespezifischen Reduktionsfaktoren und einen Umgebungstemperaturbereich von 0 ... 60 °C.

- Die Bereiche von -20 ... 0 °C sind manuell zu prüfen.
- In einem Temperaturbereich von 0 ... 40 °C ist der Betrieb der Komponenten ohne Leistungsreduzierung möglich.
- Für Umrichter ist der Deratingfaktor gerätespezifisch im DSD hinterlegt.



Hinweis!

Die Ober- und Untergrenze kann bei den verschiedenen Umrichtern variieren.

Eine Auflistung der Eigenschaften der verschiedenen Umrichtertypen finden Sie im Kap. "[Umrichter](#)". (📖 383)

9.2.3 Aufstellhöhe

Der Betrieb der Komponenten ist bis zu einer Aufstellhöhe von 1000 m ü.N.N. ohne Leistungsreduzierung möglich.

- Von 1000 ... 4000 m ü.N.N. erfolgt eine Leistungsreduzierung.
- Für Umrichter ist der Deratingfaktor gerätespezifisch im DSD hinterlegt.
- Die Aufstellhöhe wird bei Getriebemotoren in Abhängigkeit der Temperatur berücksichtigt:

ϑ_{opr}	k_h			
	$\leq 1000 \text{ m}$	$\leq 2000 \text{ m}$	$\leq 3000 \text{ m}$	$\leq 4000 \text{ m}$
20 °C	1.15	1.04	0.92	0.81
30 °C	1	0.9	0.8	0.70
40 °C	0.8	0.72	0.64	0.56
50 °C	0.6	0.54	0.48	0.42
60 °C	0.4	0.36	0.32	0.28

- Bei Motoren ohne Getriebe gilt:

h	k_h
0 ... 1000 m	1
$\leq 2000 \text{ m}$	0.95
$\leq 3000 \text{ m}$	0.9
$\leq 4000 \text{ m}$	0.85

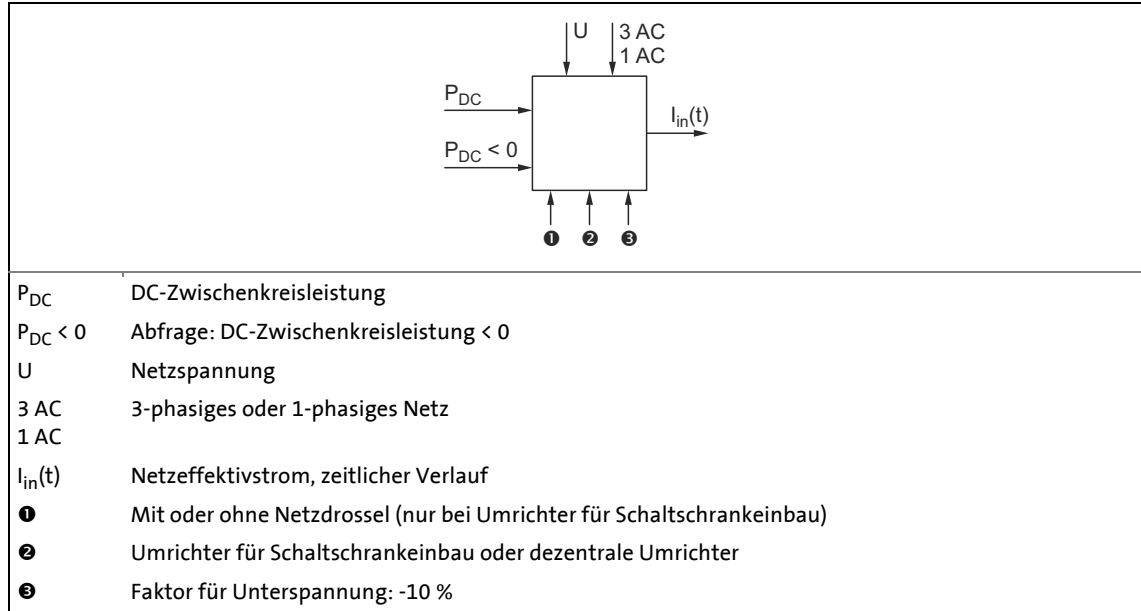
9.3

Berechnung des Netzstroms

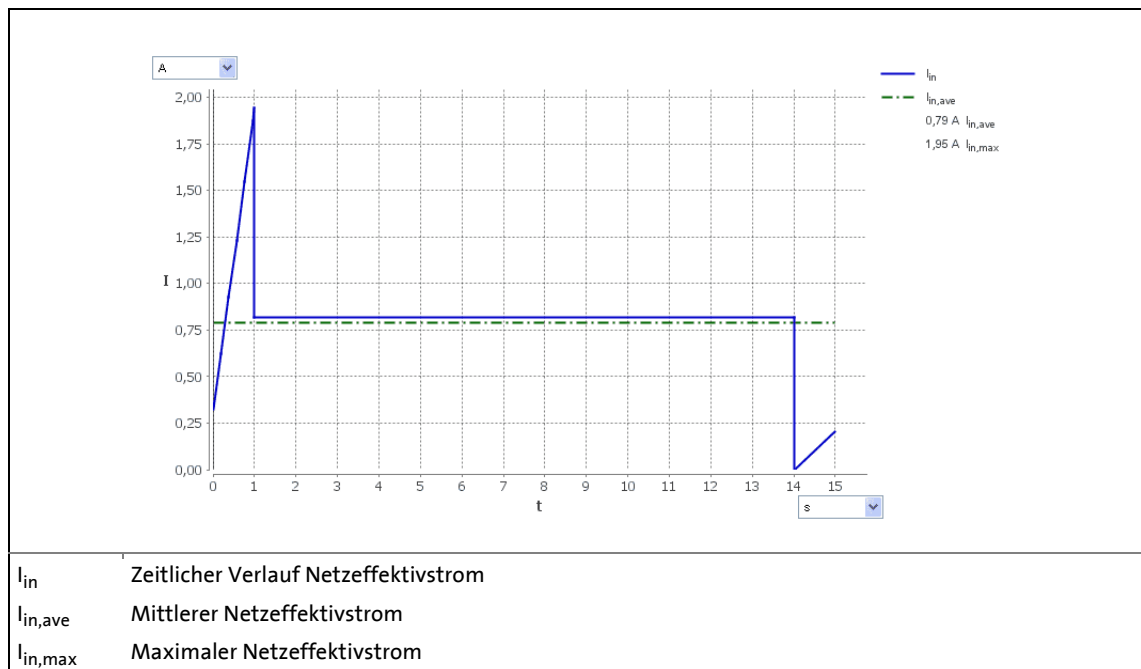
DSD berechnet den Netzeffektivstrom auf Basis der DC-Zwischenkreisleistung für folgende Geräte:

- Umrichter bei einer Einzelachsanwendung
- Versorgungsmodul oder Versorgungs- und Rückspeisemodul bei einem Mehrachsverbund

Das Schema zeigt Größen, die Einfluss nehmen und bei der Berechnung berücksichtigt werden.



[9-1] Schema: Berechnung des Netzstroms in DSD



[9-2] Diagramm Umrichter/Versorgungsmodul: Netzstrom

10 Aufbau der Antriebsachse

Die Antriebsachse besteht aus einem mechanischen und einem elektrischen Teil.

- Der mechanische Aufbau umfasst die Mechanik der Anwendung, das Getriebe, evtl. ein zusätzliches Antriebselement, den Motor, das Rückführsystem sowie eine eventuell vorhandene mechanische Bremse.
- Der elektrische Aufbau (Leistungsübertragung) umfasst die Netzversorgung, Netzdrosseln und Filter, den Umrichter mit elektrischer Bremseinheit, evtl. Motordrosseln sowie Systemleitungen.
 - Netzdrosseln, Filter, Motordrosseln und Leitungen sind nicht Bestandteil des DSD.
- Motor und Rückführsystem bilden die Brücke zwischen dem mechanischen und dem elektrischen Aufbau der Antriebsachse.
- Neben diesen beiden Grundstrukturen der Leistungsübertragung müssen Sie auch den steuerungstechnischen Aufbau beachten, der sich in die Bereiche Funktionalität, Sicherheitskonzept und Kommunikation (Bussystem) unterteilen lässt.
 - Der steuerungstechnische Aufbau wird in DSD nur eingeschränkt berücksichtigt.

Folgende Auslegungsschritte führen Sie durch:

- ▶ [Mechanische Antriebsachse](#) (📖 302)
- ▶ [Elektrische Antriebsachse](#) (📖 304)
- ▶ [Antriebskonzept](#) (📖 305)

10.1 Mechanische Antriebsachse

Die mechanische Antriebsachse kann aus der Mechanik der Anwendung, einem Lenze-Getriebe, einem zusätzlichen Antriebselement, einem Rückführsystem und einer elektromechanischen Bremse bestehen.

10.1.1 Lenze-Getriebe

Treffen Sie diese Auswahl, wenn die Anwendung ein Getriebe enthält.



- Wenn Sie kein Lenze-Getriebe und kein zusätzliches Antriebselement auswählen, wird der Motor direkt mit der Anwendung gekuppelt.
- Direktantrieb bei Wicklern
 - Wenn die Drehzahlen von Wickler und Motor zusammenpassen, kann der Motor direkt über eine spielarme Kupplung auf die Wickelwelle wirken.
 - Bei niedrigen Drehzahlen werden hochpolige Drehstrommotoren mit einer Bemessungsdrehzahl von ca. 300 ... 500 min⁻¹ eingesetzt.
- Getriebe bei Wicklern
 - Bei Wickelanwendungen ist in der Regel eine hohe Motordrehzahl in eine niedrige Wicklerdrehzahl zu übersetzen. Verwenden Sie dafür vorzugsweise reibungs- und spielarme Getriebe, besonders bei einer indirekten Zugkraftsteuerung über das Antriebsdrehmoment.
- Motor und Getriebe wählen Sie in späteren Auslegungsschritten.

► [Auswahl Motor](#) (📖 340)

► [Auswahl Lenze-Getriebe](#) (📖 370)

10.1.2 Zusätzliches Antriebselement

Treffen Sie diese Auswahl, wenn die Anwendung ein zusätzliches Antriebselement enthält.



- Wenn Sie kein Lenze-Getriebe und kein zusätzliches Antriebselement auswählen, wird der Motor direkt mit der Anwendung gekuppelt.
- DSD kann eine frei definierbare mechanische Übersetzung (zusätzliche Antriebskomponente) mit Zahnriemen, Flachriemen, Keilriemen, Kette, Zahnrad oder ein eigenes Getriebe nachbilden.
- Das zusätzliche Antriebselement kann zwischen Anwendung und Motor oder zwischen Anwendung und Lenze-Getriebe angeordnet sein.
- Zusätzliches Antriebselement in Wickelanwendungen.
 - Zahnriemen als mechanische Übertragungselemente zwischen Antrieb und Wickler sind sehr gut geeignet, da sie eine geringe Reibung und gute Dämpfungseigenschaften haben.
 - Gelenkwellen als axiale Kupplung eignen sich für große Wickelballen bei Zentrumswicklern, wenn die Wickelballen zum Beschicken komplett mit Trägergerüst bewegt werden müssen.
 - Axiale Kupplungen (z. B. Gelenkwellen) zwischen Wickelwelle und Motor oder Getriebeausgang sind spielarm auszulegen.
- Daten für das zusätzliche Antriebselement geben Sie in einem späteren Auslegungsschritt ein. [Auswahl zusätzliches Antriebselement](#) (📖 381)

10.1.3 Rückführung

Treffen Sie diese Auswahl, wenn die Anwendung eine Rückführung enthält.



- Bei Antrieben mit Servoregelung ist ein Rückführsystem erforderlich. Die Auslegung einer Servoregelung ohne Rückführung ist in DSD nicht möglich.
- Treffen Sie die Auswahl, wenn ein Anwendermotor mit Rückführsystem verwendet wird. [Anwendermotor anzeigen](#) (📖 306)
- Das Rückführsystem wählen Sie in einem späteren Auslegungsschritt. [Auswahl Rückführung](#) (📖 396)

10.1.4 Elektromechanische Bremse

Treffen Sie diese Auswahl, wenn die Anwendung eine elektromechanische Bremse enthält.

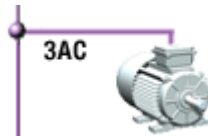


- Die elektromechanische Bremse wird nur geprüft, wenn im Bewegungsprofil ein Parameter für die Bremse angelegt wurde. [Bewegungsdesign](#) (📖 243)
- Treffen Sie die Auswahl, wenn ein Anwendermotor mit elektromechanischer Bremse verwendet wird. [Anwendermotor anzeigen](#) (📖 306)
- Die elektromechanische Bremse wählen Sie in einem späteren Auslegungsschritt. [Auswahl mechanische Bremse](#) (📖 363)

10.2 Elektrische Antriebsachse

10.2.1 Motor am Netz

Treffen Sie diese Auswahl, wenn Sie den Lenze Smart Motor für den Antrieb verwenden möchten.



- Der Lenze Smart Motor ist direkt am AC-Netz angeschlossen.
- Eine Kopplung über den DC-Zwischenkreis besteht nicht.
- Geeignet für einzelne Antriebsachsen ohne energieeffiziente Nutzung der generatorischen Leistung.

Der Weg zum Lenze Smart Motor

10.2.2 Umrichter mit Netzeinspeisung (Einzelachsenanwendung)

Treffen Sie diese Auswahl, wenn der Umrichter direkt mit dem Versorgungsnetz verbunden wird.



- Betrieb des Umrichters direkt am AC-Netz (Einzelachsenantrieb).
- Eine Kopplung über den DC-Zwischenkreis besteht nicht.
- Geeignet für einzelne Antriebsachsen ohne energieeffiziente Nutzung der generatorischen Leistung.
- DSD bietet nur Umrichter an, die Einspeisung (Gleichrichter) und Wechselrichter in einem Gerät vereinen und die für den direkten Anschluss an das AC-Netz geeignet sind.

10.2.3 Umrichter mit DC-Einspeisung (Mehrachsenanwendung)

Treffen Sie diese Auswahl, wenn die Antriebsachse Teil eines Mehrachsverbunds ist oder aufgrund hoher generatorischer Leistung überschüssige Energie ins Netz zurückspeisen soll. Durch diese Auswahl können Sie generatorische Leistung im Antriebssystem energieeffizient nutzen.



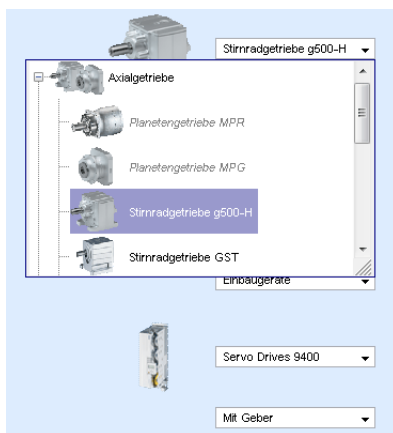
- Die Anbindung an das AC-Netz erfolgt über eine zentrale Versorgungseinheit (Versorgungsmodul oder Versorgungs- und Rückspeisemodul). Der Umrichter ist über den DC-Zwischenkreis mit der Versorgungseinheit verbunden.
- Die Einspeisung über das Versorgungsnetz und das elektrische Bremssystem konfigurieren Sie in der Anwendung "Mehrachsverbund auslegen". Dazu werden die DSD-Projekte der Antriebsachsen in die Anwendung geladen.
- DSD bietet Umrichter an,
 - die Einspeisung (Gleichrichter) und Wechselrichter in einem Gerät vereinen und einen DC-Zwischenkreisanschluss haben,
 - die keine Einspeisung (Gleichrichter) haben, sondern nur den Wechselrichter. Sie eignen sich nur für den Anschluss an den DC-Zwischenkreis.

► [Mehrachsverbund auslegen](#) (188)

10.3 Antriebskonzept

Im Auslegungsschritt Antriebskonzept treffen Sie die Vorauswahl der Komponenten für die Antriebsachse:

- Getriebe
 - Montage Getriebe / Motor
 - [Montage Getriebe/Motor](#) (📖 310)
- Motor
 - Montage Umrichter / Motor
 - Einbaugerät oder dezentralen Umrichter wählen
- Umrichter
- Verfahren Motorregelung
 - [Regelungsart](#) (📖 384)



DSD hilft bei der Auswahl der richtigen Produkte und prüft die Kompatibilität:

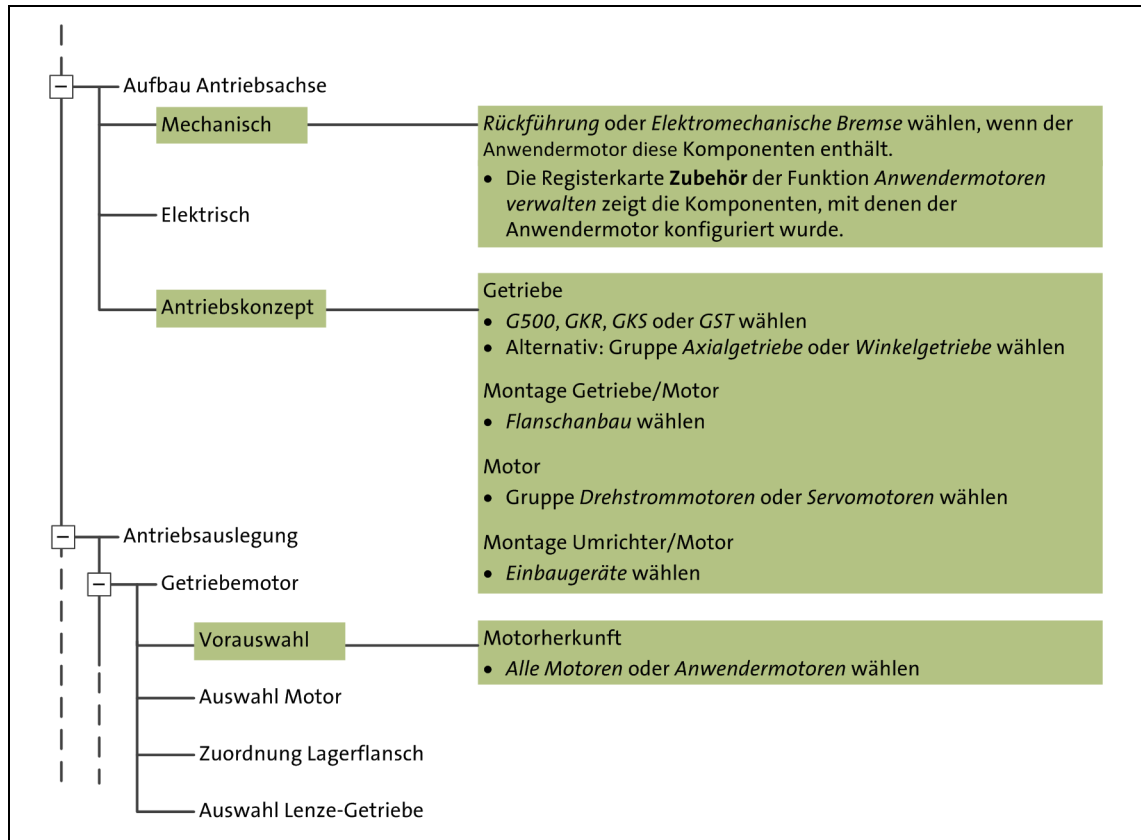
- Kompatible Komponenten in den Drop-Down-Menüs haben einen schwarz ausgezeichneten Produktnamen.
- Nicht kompatible Komponenten in den Drop-Down-Menüs haben einen grau und kursiv ausgezeichneten Produktnamen.

Wenn Sie eine nicht kompatible Komponente wählen, schlägt der DSD eine mögliche Kombination von Komponenten vor. Sie können den Vorschlag akzeptieren oder verwerfen.

10.3.1 Anwendermotor anzeigen

Durch bestimmte Einstellungen in den Auslegungsschritten *Mechanisch* und *Antriebskonzept* werden auch Anwendermotoren zur Auswahl angezeigt. Im Auslegungsschritt *Getriebemotor* können Sie unter wählen, welche Motoren im Auslegungsschritt *Auswahl Motor* angezeigt werden sollen.

- Nehmen Sie die Einstellungen nach Abb. [10-1] vor, damit Anwendermotoren im DSD-Projekt angezeigt werden.



[10-1] Anwendermotoren anzeigen: Einstellungen bei einer Antriebsauslegung



Hinweis!

In einem bestehenden DSD-Projekt sind neu angelegte Anwendermotoren erst verfügbar, nachdem der Datenbestand aktualisiert wurde.

- Führen Sie im DSD-Projekt die Antriebsauslegung ab dem Schritt *Antriebskonzept* erneut durch, damit neu angelegte Anwendermotoren im Auslegungsschritt *Auswahl Motor* angezeigt werden.

10.3.2 Getriebe

Die verfügbaren Getriebe teilen sich in zwei Gruppen:

- Axialgetriebe
- Kegelradgetriebe

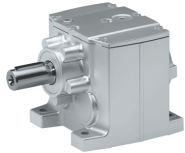
In den folgenden Kapiteln werden die im DSD verfügbaren Getriebe beschrieben. Durch die tabellarische Darstellung können Sie die Eigenschaften einfach miteinander vergleichen.

Der Lenze Smart Motor ist nur mit Lenze-Getriebe der Reihe g500 kombinierbar.

Siehe auch

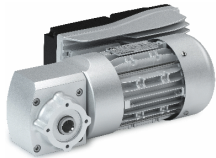
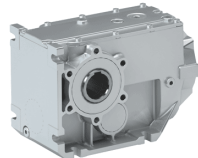
- ▶ [Auswahlhilfe: Produkte für Antriebssysteme \(ohne Wickler\)](#) (📖 329)
- ▶ [Auswahlhilfe: Produkte für Wickelantriebssysteme](#) (📖 330)
- ▶ [Anwendungsmotor anzeigen](#) (📖 306)

10.3.2.1 Eigenschaften Axialgetriebe

	Stirnradgetriebe g500-H	Flachgetriebe g500-S
Abbildung		
Kurzbeschreibung	Zwei-, drei- oder vierstufiges Stirnradgetriebe mit koaxialer Antriebs- und Abtriebswelle	Zwei-, drei- oder vierstufiges Stirnradgetriebe, flache Bauform, Antriebs- und Abtriebswelle parallel
Drehmomentdichte	Mittel	Mittel
Wirkungsgrad	Hoch	Hoch
Verdrehspiel	Gering	Gering
Anzahl Baugrößen	13	11
Bemessungs-Drehmoment	45 ... 14000 Nm	130 ... 19000 Nm
Übersetzung	3.0 ... 3529	3.0 ... 5850
Welle	Vollwelle	Voll-/Hohlwelle
Bauform	Fuß/Flansch	Fuß/Flansch
Motoranbau	Direkt- und Normanbau	Direkt-/Normanbau

Die Angaben entsprechen dem in DSD hinterlegten Stand der Geräte

10.3.2.2 Eigenschaften Winkelgetriebe

	Kegelradgetriebe g350-B mit SmartMotor m300	Kegelradgetriebe g500-B
Abbildung		
Kurzbeschreibung	Einstufiges Kegelradgetriebe, Antriebs- zu Abtriebswelle 90°	Zwei-, drei- oder vierstufiges Kegelradgetriebe, Antriebs- zu Abtriebswelle 90°
Drehmomentdichte	Mittel	Mittel
Wirkungsgrad	Hoch	Hoch
Verdrehspiel	Gering	Gering
Anzahl Baugrößen	3	12
Bemessungs-Drehmoment	20 ... 55 Nm	45 ... 20000 Nm
Übersetzung	11.75	4.0 ... 2936
Welle	Voll-/Hohlwelle	Voll-/Hohlwelle
Bauform	Flansch	Fuß/Flansch
Motoranbau	Integriert	Direkt-/Normanbau

Die Angaben entsprechen dem in DSD hinterlegten Stand der Geräte

10.3.2.3 Lenze Smart Motor

Beim Lenze Smart Motor sind Parameterauswahl und Einstellungen begrenzt.

Getriebe



Stirradgetriebe g500-H ▼

Montage Getriebe / Motor

Direktanbau

Motor

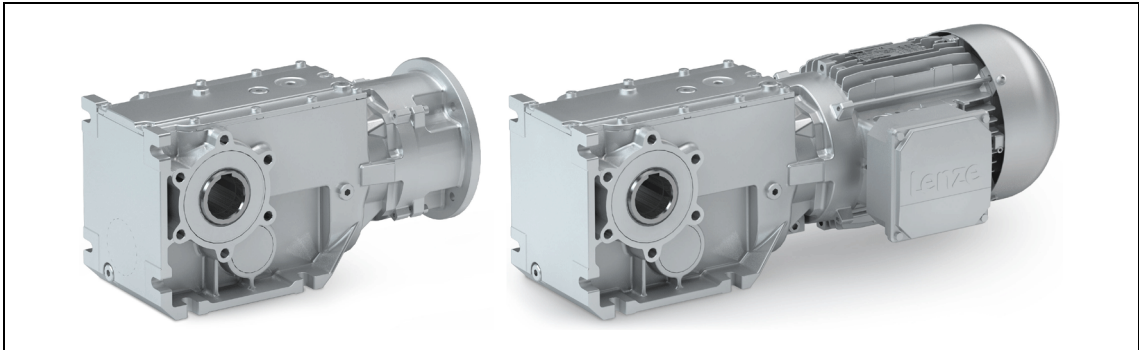
Lenze Smart Motor

Parameter	Beschreibung
Getriebe	Vorauswahl des Getriebes • Der Lenze Smart Motor ist nur mit g500-Getriebe kombinierbar.
Montage Getriebe / Motor	Getriebe per Direktanbau oder Flanschanbau an den Motor koppeln. • Beim Lenze Smart Motor ist nur der Direktanbau möglich. • Nur Anzeige
Motor	Lenze Smart Motor • Nur Anzeige

10.3.3 Montage Getriebe/Motor

Viele Lenze-Getriebe stehen für den Direktanbau zur Verfügung. Dabei ist das erste Ritzel des Getriebes direkt auf der Motorwelle aufgebracht. Kupplungselemente und evtl. Drehmomentbegrenzungen durch Kupplungen entfallen hierdurch und der Antrieb erhält eine höhere mechanische Steifigkeit.

Beim Flanschanbau ist die Motorwelle mit der Getriebewelle über eine Kupplung gekoppelt. Die Verbindungsflansche von Motor und Getriebe werden über einen Adapter gekoppelt.



[10-2] Lenze-Getriebe mit Flanschanbau (links) und Direktanbau (rechts)



Tipp!

Der Flanschanbau ermöglicht eine höhere Vielfalt an Motor-Getriebe-Kombinationen. Außerdem lässt sich im Bedarfsfall der Motor einfacher tauschen.

- Erstellen Sie ein alternatives DSD-Projekt und wählen Sie im Auslegungsschritt *Antriebskonzept* den Flanschanbau, wenn Sie mit der Auswahl Direktanbau keine passende Lösung finden.
- Vergleichen Sie die Unterschiede, z. B. über den *Projektvergleich*.

Anwendermotor

Ein Anwendermotor kann nur mit einem Getriebe mit Flanschanbau gekoppelt werden.

- Wählen Sie Flanschanbau, damit im Auslegungsschritt *Antriebsauslegung* Anwendermotoren angezeigt werden. [Anwendermotor anzeigen](#) (📖 306)

Lenze Smart Motor

Der Lenze Smart Motor ist nur für den Direktanbau bestimmt. Eine Änderung der Einstellung im DSD ist nicht möglich.

10.3.4 Motor

In den folgenden Kapiteln werden die im DSD verfügbaren Motoren beschrieben. Durch die tabellarische Darstellung können Sie die Eigenschaften einfach miteinander vergleichen.

Siehe auch

- ▶ [Auswahlhilfe: Produkte für Antriebssysteme \(ohne Wickler\)](#) (□ 329)
- ▶ [Auswahlhilfe: Produkte für Wickelantriebssysteme](#) (□ 330)
- ▶ [Anwendungsmotor anzeigen](#) (□ 306)

10.3.4.1 Eigenschaften Servo-Synchronmotoren

	MCS	m850
Abbildung		
Kurzbeschreibung	Hochdynamischer Servo-Synchronmotor, hohe Leistungsdichte	Servo-Synchronmotor
Schutzart	IP 54 / IP 65	IP 54
Dynamik	Sehr hoch	Hoch
Massenträgheit	Sehr gering	Gering
Überlastbarkeit	Sehr hoch	Hoch
Leistungsdichte	Sehr hoch	Hoch
Feldschwächung	Mittel (nur mit Servoumrichter 9400)	Mittel
Rastmoment (bezogen auf M_0)	< 1 %	< 2 %
Drehmomentwelligkeit gesamt bei M_n	≤ 2.5 %	–
Anzahl Baugrößen	5	3
Leistung	0.25 ... 15.80 kW	2.0 ... 9.20 kW
Drehzahl	1050 ... 6000 min ⁻¹	2500 ... 4000 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	0.50 ... 72 Nm	4.8 ... 35 Nm
Quadratmaß/Durchmesser	□ 6, 9, 12, 14, 19 cm	□ 12, 14, 19 cm
Achshöhe	–	–
Lüfter/Bremse	Axialfremdlüfter, Permanentmagnet-Haltebremse	Kein Lüfter, Federkraftbremse, Permanentmagnet-Haltebremse
Rückführsystem	Resolver, SinCos-Absolutwertgeber, Inkrementalgeber mit Kommunikationssignal, Einkabeltechnologie (abhängig vom Leistungsbereich und nur mit Servoumrichter i950)	Resolver, SinCos-Absolutwertgeber, Einkabeltechnologie (abhängig vom Leistungsbereich und nur mit Servoumrichter i950)
Getriebeanbau	Direktanbau oder Normanbau	Direktanbau oder Normanbau
Bemerkung	–	–

– Nicht möglich / nicht vorhanden

Die Angaben entsprechen dem in DSD hinterlegten Stand der Geräte

10.3.4.2 Eigenschaften Servo-Asynchronmotoren

	MCA	MQA	SDSGA
Abbildung			
Kurzbeschreibung	Oberflächengekühlter Servo-Asynchronmotor	Durchzugsbelüfteter Servo-Asynchronmotor, hohe Dynamik und Leistungsdichte	Servo-Asynchronmotor, glattes Gehäuse, Optionen für Umrichter-Betrieb
Schutzart	IP 23 / 54 / IP 65	IP 23	IP 54 / IP 55
Dynamik	Hoch	Sehr hoch	Mittel
Massenträgheit	gering	Sehr gering	Groß
Überlastbarkeit	Sehr hoch	Sehr hoch	Hoch
Leistungsdichte	Hoch	Sehr hoch	Mittel
Feldschwächung	Groß	Groß	Groß
Rastmoment (bezogen auf M_0)	Keine	Keine	Keine
Drehmomentwelligkeit gesamt bei M_n	3.5 ... 4.5 %	3.5 ... 4.5 %	—
Anzahl Baugrößen	9	3	3
Leistung	0.80 ... 53.8 kW	10.60 ... 60.2 kW	0.075 ... 0.60 kW
Drehzahl	550 ... 4160 min ⁻¹	550 ... 2935 min ⁻¹	2700 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	2 ... 295 Nm	66.2 ... 296 Nm	0.27 ... 1.9 Nm
Quadratmaß/Durchmesser	□ 10, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 26 cm	□ 20, 22, 26 cm	∅ 75, 85, 95 mm
Achshöhe	—	100, 112, 132 mm	38, 43, 47 mm
Lüfter/Bremse	Axiallüfter, Federkraftbremse oder Permanentmagnet-Haltebremse	Radialfremdlüfter, Federkraftbremse	Kein Lüfter, Federkraftbremse oder Permanentmagnet-Haltebremse
Rückführsystem	Resolver, Inkrementalgeber, SinCos-Geber, SinCos-Absolutwertgeber	Resolver, Inkrementalgeber, SinCos-Geber, SinCos-Absolutwertgeber	Resolver
Getriebeanbau	Direktanbau oder Normanbau	Normanbau	Direktanbau oder Normanbau
Bemerkung	—	in DSD nicht mit Lenze-Getriebe kombinierbar	—

— Nicht möglich / nicht vorhanden

Die Angaben entsprechen dem in DSD hinterlegten Stand der Geräte

10.3.4.3 Eigenschaften Drehstrommotoren

	MDxMA	MFxMA	MHxMA	m550-H	m540-P	m550-P	SmartMotor m300
Abbildung							
Kurzbeschreibung	Geeignet für Umrichter-Betrieb, Effizienzklasse IE1	Optimiert für Umrichter-Betrieb, Bemessungsfrequenz 120 Hz	Geeignet für Umrichter-Betrieb, Effizienzklasse IE2	Geeignet für Umrichter-Betrieb, Effizienzklasse IE2	Geeignet für Umrichter-Betrieb, Effizienzklasse IE3	Geeignet für Umrichter-Betrieb, Effizienzklasse IE3	Elektronikmotor mit fest einstellbaren Drehzahlen, Effizienzklasse IES2
Schutzart	IP 54 / IP 55	IP 54 / IP 55	IP 54 / IP 55	IP 54 / IP 55 / IP 65 / IP 66	IP 55 / IP 65	IP 54 / IP 55 / IP 65 / IP 66	IP 55 / IP 65
Dynamik	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Massenträgheit	Mittel	gering	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Überlastbarkeit	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Hoch (4-fach)
Leistungsdichte	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
Feldschwächung	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	–
Drehmomentwelligkeit gesamt bei M_n	3.5 ... 4.5 %	3.5 ... 4.5 %	3.5 ... 4.5 %	–	3.5 ... 4.5 %	–	–
Anzahl Baugrößen	11	7	9	2	14	7	2
Leistung	0.06 ... 53 kW	0.55 ... 22 kW	0.75 ... 78 kW	0.12 ... 0.55 kW	1.5 ... 87 kW	0.75 ... 22 kW	0.46 ... 1.36 kW
Drehzahl	900, 1400, 2500, 2800 min ⁻¹	3500 min ⁻¹	1400, 2500 min ⁻¹	1400, 2500 min ⁻¹	1400, 2500 min ⁻¹	1400, 2500 min ⁻¹	500 ... 2600 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	0.33 ... 290 Nm	1.5 ... 59 Nm	4.2 ... 290 Nm	0.81 ... 3.67 Nm	10 ... 354 Nm	4.92 ... 142 Nm	1.75 ... 5.0 Nm
Quadratmaß/Durchmesser	–	–	–	–	–	–	–
Achshöhe	63 ... 225 mm	63 ... 132 mm	80 ... 225 mm	63 ... 71 mm	90 ... 250 mm	80 ... 180 mm	63 ... 80 mm
Lüfter, Bremse	Axialfremdlüfter oder Axialeigenlüfter, Federkraftbremse	Axialfremdlüfter oder Axialeigenlüfter, Federkraftbremse	Axialfremdlüfter oder Axialeigenlüfter, Federkraftbremse	Axialfremdlüfter oder Axialeigenlüfter, Federkraftbremse	Axialfremdlüfter oder Axialeigenlüfter, Federkraftbremse	Axialfremdlüfter oder Axialeigenlüfter, Federkraftbremse	Axialeigenlüfter, Federkraftbremse (optional)
Rückführsystem	Resolver, Inkrementalgeber, SinCos-Absolutwertgeber	Resolver, Inkrementalgeber, SinCos-Absolutwertgeber	Resolver, Inkrementalgeber, SinCos-Absolutwertgeber	Resolver, Inkrementalgeber, SinCos-Absolutwertgeber	Inkrementalgeber	Resolver, Inkrementalgeber, SinCos-Absolutwertgeber	–
Getriebearbau	Direktanbau oder Normanbau	Direktanbau oder Normanbau	Direktanbau oder Normanbau	Direktanbau oder Normanbau	Direktanbau	Direktanbau oder Normanbau	Direktanbau oder Normanbau
Bemerkung	–	–	–	–	Nur in Kombination mit Getriebe erhältlich	–	–

– Nicht möglich / nicht vorhanden

Die Angaben entsprechen dem in DSD hinterlegten Stand der Geräte

10.3.4.4 Motoren für Wickelantriebe

Asynchronmotoren

Drehstrom-Asynchronmotoren sind die Standardlösung für die meisten Wickelanwendungen. Sie sind kostengünstig und können problemlos und in weiten Bereichen in der Feldschwächung betrieben werden. Aufgrund ihrer hohen Eigenträgheit sind sie gut geeignet, um große Massenträgheiten des Wickelballens regelungstechnisch stabil zu beherrschen.

Zusammen mit Riemenübersetzungen eignen sich Asynchronmotoren mit niedrigen Bemessungsdrehzahlen (höherpolige Motoren oder 4-polige Motoren in 29-Hz-Technik) und optimal genutzter Feldschwächung sehr gut für viele Wickelanwendungen.

Zur Kühlung der Motoren sind in der Regel Fremdlüfter erforderlich, da höchste Verlustleistung bei kleinen Drehzahlen anfällt. DSD prüft die thermische Motorauslastung.

Synchronmotoren

Servo-Synchronmotoren werden eingesetzt, wenn konstruktiv kompakte Bauformen gefordert sind. Servo-Synchronmotoren sind bei drehmomentgesteuerten Antrieben (indirekte Zugkraftsteuerung) und für sehr genaues Reproduzieren der Materialzugkraft weniger geeignet. Zum einen hat die Magnetisierung eine starke, schwer zu kompensierende Temperaturabhängigkeit und zum anderen stören die Rastmomente. Die erreichbare Feldschwächung ist wesentlich niedriger als bei Asynchronmotoren. Am Verlauf der Grenzkennlinie des Motors ist der max. Feldschwächbereich zu erkennen.

Tandemmotorsysteme

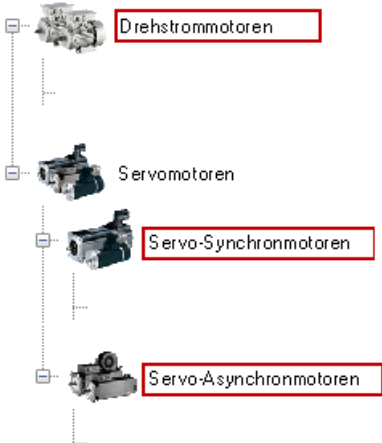
Bei größeren Motorleistungen oder bei sehr breiten Wickelballen kann auf jeder Seite der Wickelwelle ein Motor eingesetzt werden. Damit wird das Antriebsmoment symmetrisch aufgeteilt. Torsionen im Wickelgut werden minimiert.

- Zwei Asynchronmotoren können problemlos und an einen Umrichter parallel angeschlossen werden und sind somit eine kostengünstige Lösung.
- Konzepte mit zwei Umrichtern sind ebenfalls möglich. Die Drehmomentaufteilung erfolgt symmetrisch über die Regelung.
- Servo-Synchronmotoren erfordern jeweils einen eigenen Umrichter. Eine Parallelschaltung der Motoren ist nicht möglich.

10.3.4.5 Anwendermotoren

Die Motortechnologie wird beim Anlegen eines Anwendermotors festgelegt. [Anwendermotoren verwalten](#) (📖 449)

Damit im Auslegungsschritt *Antriebsauslegung* der Anwendermotor angezeigt wird, müssen Sie im Auslegungsschritt *Antriebskonzept* statt eines Motors die gewünschte Motortechnologie wählen.

Auswahl der Motortechnologie	Motortechnologie festlegen
Im Auslegungsschritt <i>Antriebskonzept</i> wird die Motortechnologie gewählt.	Die Motortechnologie wird über die Funktion <i>Anwendermotoren verwalten</i> festgelegt. ► Registerkarte "Technologie" (📖 453)
	Mögliche Auswahl: • Drehstrommotor • Servo-Synchronmotor • Servo-Asynchronmotor

10.3.5 Umrichter

In den Unterkapiteln werden die in DSD verfügbaren Umrichter beschrieben. Durch die tabellarische Darstellung können Sie die Eigenschaften einfach miteinander vergleichen.

Siehe auch [▶ Auswahlhilfe: Produkte für Antriebssysteme \(ohne Wickler\) \(329\)](#)
[▶ Auswahlhilfe: Produkte für Wickelantriebssysteme \(330\)](#)

10.3.5.1 Eigenschaften Frequenzumrichter

Frequenzumrichter eignen sich für einfache drehzahlgesteuerte oder drehzahlgeregelte Antriebsaufgaben und sind kostengünstig. Eine Drehzahlrückführung ist nicht unbedingt erforderlich.

	Frequenzumrichter 8400 BaseLine	Frequenzumrichter 8400 StateLine	Frequenzumrichter 8400 HighLine	Frequenzumrichter i510	Frequenzumrichter i550
Abbildung					
Kurzbeschreibung	Frequenzumrichter mit integriertem Keypad, U/f-Steuerung, sensorlose Vectorregelung, Überlastfähigkeit bis 200 %, steckbarer Speicherbaustein für Parametersatz	Skalierbarer Frequenzumrichter, U/f-Steuerung mit Rückführung, sensorlose Vectorregelung, Überlastfähigkeit bis 200 %, steckbarer Speicherbaustein für Parametersatz, optional mit integrierter Sicherheitstechnik, freie Funktionsblockverschaltung, sensorlose Regelung für Synchronmotoren	Skalierbarer Frequenzumrichter, U/f-Steuerung mit Rückführung, sensorlose Vectorregelung, Überlastfähigkeit bis 200 %, steckbarer Speicherbaustein für Parametersatz, optional mit integrierter Sicherheitstechnik, freie Funktionsblockverschaltung, Punkt-zu-Punkt-Positionierung, sensorlose Regelung für Synchronmotoren, Servoregelung	Universeller Frequenzumrichter, U/f-Steuerung, sensorlose Vectorregelung, sensorlose Regelung für Synchronmotoren, Drehmomentregelung, Überlastfähigkeit bis 200 %, Memory Modul	Skalierbarer Frequenzumrichter, U/f-Steuerung mit Rückführung, sensorlose Vectorregelung, sensorlose Regelung für Synchronmotoren, Drehmomentregelung, Überlastfähigkeit bis 200 %, Memory Modul, optionale Sicherheitstechnik
Spannungsbereich/ Leistungsbereich	1 AC 180 ... 264 V: 0.25 ... 2.2 kW 3 AC 320 ... 550 V: 0.37 ... 3.0 kW	1 AC 180 ... 264 V: 0.25 ... 2.2 kW 3 AC 320 ... 550 V: 0.37 ... 45 kW	1 AC 180 ... 264 V: 0.25 ... 2.2 kW 3 AC 320 ... 550 V: 0.37 ... 45 kW	Ohne integriertem EMV-Filter: 1/3 AC 170 ... 264 V: 0.25 ... 2.2 kW 3 AC 170 ... 264 V: 4.0 ... 5.5 kW Mit integriertem EMV-Filter: 1 AC 170 ... 264 V: 0.25 ... 2.2 kW 3 AC 340 ... 528 V: 0.37 ... 11 kW	Ohne integriertem EMV-Filter: 1/3 AC 170 ... 264 V: 0.25 ... 2.2 kW 1 AC 90 ... 132 V: 0.25 ... 1.1 kW 3 AC 170 ... 264 V: 4.0 ... 5.5 kW Mit integriertem EMV-Filter: 1 AC 170 ... 264 V: 0.25 ... 2.2 kW 3 AC 340 ... 528 V: 0.37 ... 110 kW
Zulassungen	CE, UL, GOST-R, RoHS	CE, UL, GOST-R, RoHS	CE, UL, GOST-R, RoHS	CE, UL, CSA, EAC, RoHS, IE2 nach EN 50598-2	CE, UL, CSA, EAC, RoHS, IE2 nach EN 50598-2
Zulässige Netzsysteme	TN, TT	TN, TT, IT	TN, TT, IT	TN, TT, IT	TN, TT, IT
Schaltfrequenzen	2, 4, 8, 16 kHz	2, 4, 8, 16 kHz	2, 4, 8, 16 kHz	2, 4, 8, 16 kHz	2, 4, 8, 16 kHz
Mechanische Konstruktion					
Einbaugerät	●	●	●	●	●
Durchstoßtechnik	–	● (bis 15 kW)	● (bis 15 kW)	–	–
Cold-Plate-Technik	–	● (bis 22 kW)	● (bis 22 kW)	–	–

	Frequenzumrichter 8400 BaseLine	Frequenzumrichter 8400 StateLine	Frequenzumrichter 8400 HighLine	Frequenzumrichter i510	Frequenzumrichter i550
Schutzart	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
Generatorischer Betrieb					
Bremstransistor integriert	● (3 AC 400/500 V)	●	●	–	●
Bremstransistor extern	● (1 AC 230/240 V)	–	–	–	–
DC-Verbund	–	●	●	–	● (3 AC 400/480 V)
Regelungsarten					
VFC plus (U/f-Steuerung)	●	●	●	●	●
SLVC (sensorlose Vectorregelung)	●	●	●	●	●
U/f-Regelung	–	●	●	●	●
VFC plus eco (U/f-Steuerung, ener-getisch optimiert)	–	●	●	●	●
SLPSM (Sensorlose Regelung für Synchronmotor)	–	●	●	●	●
SC (Servoregelung)	–	–	● (nur beim Asynchronmotor)	–	● (nur beim Asynchronmotor)
Antriebsfunktionalität					
Spannungs-/ Frequenzsteuerung	●	●	●	●	●
Drehmomentenregelung	–	●	●	●	●
Drehzahlregelung	–	●	●	●	●
PID-Regler	●	●	●	●	●
Programmierbarkeit					
Parametrierung	●	●	●	●	●
Funktionsblock-Programmierung	–	●	●	–	–
E/A					
Analogeingang /-ausgang	1/0	1/1	2/2	2/1	Standard I/O: 2/1 Application I/O: 2/2
Digitaleingang /-ausgang	4/1	4/1	7/3	5/1	Standard I/O: 5/1 Application I/O: 7/2
Anschluss Motorhaltebremse	–	–	●	–	–
Relaisausgang	1	1	1	1	1
Drehzahlrückführung	–	●	●	–	●
PTC	–	●	●	–	●
Linearer Motortemperatursensor (KTY/PT1000)	–	–	–	–	–
I×t-Überwachung	●	●	●	●	●

	Frequenzumrichter 8400 BaseLine	Frequenzumrichter 8400 StateLine	Frequenzumrichter 8400 HighLine	Frequenzumrichter i510	Frequenzumrichter i550
Feldbussysteme					
CAN-Bus	□	●	●	□	○
PROFIBUS	-	○	○	-	○
INTERBUS	-	○	○	-	-
Modbus RTU	-	-	-	□	○
Modbus TCP/IP	-	-	-	-	○
LECOM	-	-	-	-	-
AS-Interface	-	-	-	-	-
DeviceNet	-	-	-	-	-
Ethernet TCP/IP	-	○	○	-	○
PROFINET	-	○	○	-	○
EtherCAT	-	○	○	-	○
POWERLINK	-	○	○	-	○
Modbus TCP/IP	-	-	-	-	○
Sicherheitsfunktionen					
Sicher abgeschaltetes Moment	-	□	□	-	○
Diagnoseunterstützung					
LEDs	●	●	●	●	●
Integriertes Keypad	●	-	-	-	-
Externes Keypad	-	○	○	○	○
PC-Schnittstelle	●	●	●	○	○
Speichermodul	●	●	●	●	●

● Standard

○ Option

□ Variante

- Nicht möglich / nicht vorhanden

Die Angaben entsprechen dem in DSD hinterlegten Stand der Geräte

10.3.5.2 Eigenschaften Servoumrichter

Servoumrichter sind hochdynamische, stromgeregelter Systeme für Drehzahl-, Drehmoment- oder Lageregelung. Sie zeichnen sich durch eine hohe Drehzahlgenauigkeit, einen hohen Drehmomentstellbereich und eine hohe Überlastbarkeit aus. Für den Betrieb ist immer eine Drehzahlrückführung erforderlich.

- Lagegeregelter Systeme eignen sich für Antriebsaufgaben wie z. B. Positionierung, Elektronisches Getriebe oder Elektronische Kurvenscheibe.

	Servoumrichter i950	Servoumrichter 9400 HighLine	Frequenzumrichter 8400 TopLine	Servoumrichter i700
Abbildung				
Kurzbeschreibung	Intelligenter Servoumrichter für Synchron- und Asynchronmotoren. Geeignet für drehzahlgeregelte oder lagegeregelter Anwendungen sowie Positionieranwendungen, modulare Feldbuskommunikation und Geberschnittstellen, steckbare SD-Karte für Parametersatz und Applikationsdaten	Intelligenter Servoumrichter für Einachs- und Mehrachsananwendungen, frei verschaltbare Funktionsblockstruktur, Ansteuerung über digitale Eingänge/Ausgänge und/oder Feldbus, modulare Sicherheitstechnik, innovatives Rückwandsystem, steckbarer Speicherbaustein für Parametersatz	Servoumrichter für Synchron- und Asynchronservomotoren, geeignet für drehzahl- und lagegeregelter Anwendungen sowie Positionieranwendungen, Multi-Encoder-Eingang, optional mit integrierter Sicherheitstechnik, Feldbus-Kommunikation, steckbarer Speicherbaustein für Parametersatz	Servoumrichter für Einachs- und Mehrachsananwendungen, kompakt im Bauvolumen und in der Anschlusstechnik, flexibel in der Motorregelung für Synchron- und Asynchronmotoren, Mehrachssystem mit zentraler Einspeisung
Spannungsbereich/Leistungsbereich	Single Drive: 3 AC 180 ... 528 V: 0.55 ... 110 kW DC 260 ... 775 V: 0.55 ... 110 kW	Single Drive: 3 AC 180 ... 550 V: 0.37 ... 370 kW DC 260 ... 775 V: 0.37 ... 315 kW Multi Drive: DC 260 ... 775 V: 0.37 ... 30 kW	1 AC 180 ... 264 V: 0.25 ... 2.2 kW 3 AC 320 ... 550 V: 0.37 ... 45 kW	Versorgungsmodul: 3 AC 320 ... 528 V DC 260 ... 775 V Achsmodule: DC 260 ... 775 V: 0.75 ... 15 kW
Zulassungen	CE, UL 61800-5-1, RoHS	CE, UL 61800-5-1, RoHS	CE, UL 508C, GOST-R, RoHS	CE, UL 508C, RoHS
Zulässige Netzsysteme	TN, TT, IT	TN, TT, IT	TN, TT, IT, konform zu RoHS	TN, TT, IT
Schaltfrequenzen	2, 4, 8, 16 kHz	1, 2, 4, 8, 16 kHz	2, 4, 8, 16 kHz	4, 8, 16 kHz
Mechanische Ausführung				
Einbaugerät	●	●	●	●
Durchstoßtechnik	–	–	● (bis 15 kW)	●
Cold-Plate-Technik	–	–	● (bis 22 kW)	●
Montagesockel	–	● (SingleDrive bis 11 kW) ● (MultiDrive bis 15 kW)	–	–
Schutzart	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
Generatorischer Betrieb				
Bremstransistor integriert	●	● (SingleDrive, Versorgungsmodul)	●	●
Bremstransistor extern	–	–	–	–
Rückspeisefähig	–	○	–	–
Regelungsarten				
VFC plus (U/f-Steuerung)	●	●	●	●
SLVC (sensorlose Vectorregelung)	–	●	●	–
SLPSM (Sensorlose Regelung für Synchronmotor)	–	–	●	–
SC (Servoregelung)	●	●	●	●

	Servoumrichter i950	Servoumrichter 9400 HighLine	Frequenzumrichter 8400 TopLine	Servoumrichter i700
Antriebsfunktionalität				
Spannungs-/ Frequenzsteuerung	●	●	●	●
Drehmomentenregelung	●	●	●	●
Drehzahlregelung	●	●	●	●
PID-Regler	●	●	●	●
Motion Control	●	●	●	●
Programmierbarkeit				
Parametrierung	●	●	●	●
Funktionsblock-Programmierung	–	●	●	–
IEC 61131-3	●	□	–	–
E/A				
Analogeingang /-ausgang	1/1	2/2	2/2	–
Digitaleingang /-ausgang	4/1	9/4	7/3	2/0
Anschluss Motorhaltebremse	●	–	●	●
Relaisausgang	–	–	1	1
Drehzahlrückführung	○	2 (3 ○)	3	1
Emulation Ausgang Rückführung	–	○	1	–
PTC	●	●	●	●
Linearer Motortemperatursensor (KTY/PT1000)	○	●	●	●
I ² ×t-Überwachung	●	●	●	●
Feldbussysteme				
CAN	–	●	●	–
PROFIBUS	–	○	○	–
INTERBUS	–	–	–	–
CANopen	–	○	●	–
Modbus RTU	–	–	–	–
Modbus TCP/IP	–	–	–	–
LECOM	–	–	–	–
AS-Interface	–	○	–	–
DeviceNet	–	○	–	–
Ethernet TCP/IP	–	○	–	–
PROFINET	○	○	○	–
EtherCAT	●	○	○	●
POWERLINK	–	○	○	–
EtherNet/IP	–	○	○	–
Sicherheitsfunktionen				
Sicher abgeschaltetes Moment	●	○	□	●
Weitere Sicherheitsfunktionen	●	○	–	□
Diagnoseunterstützung				
LEDs	●	●	●	●
Integriertes Keypad	–	–	–	–
Externes Keypad	–	○	○	–
PC-Schnittstelle	●	●	●	●
Speichermodul	●	●	●	–

● Standard

○ Option

□ Variante

– Nicht möglich / nicht vorhanden

Die Angaben entsprechen dem in DSD hinterlegten Stand der Geräte

10.3.5.3 Eigenschaften Dezentrale Umrichter

Siehe auch

► [Frequenzumrichter 8400 motec: Motormontage oder Einzelmontage \(□ 323\)](#)

	Frequenzumrichter 8400 motec	Frequenzumrichter 8400 protec	Frequenzumrichter i550 protec
Abbildung			
Kurzbeschreibung	Frequenzumrichter für die Motor- oder Wandmontage, U/f-Steuerung mit/ohne Geber, Vectorregelung ohne Drehzahlrückführung, optional mit integrierter Sicherheitstechnik, Feldbus-Kommunikation, steckbarer Speicherbaustein für Parametersatz	Frequenzumrichter für die Wandmontage, Vectorregelung mit/ohne Drehzahlrückführung, Überlastfähigkeit bis 200 %, optional mit integrierter Sicherheitstechnik, Feldbus-Kommunikation, steckbarer Speicherbaustein für Parametersatz	Skalierbarer Frequenzumrichter, U/f-Steuerung mit/ohne Rückführung, sensorlose Vectorregelung, sensorlose Regelung für Synchronmotoren, Drehmomentregelung, Überlastfähigkeit bis 200 %, Memory Modul, optionale Sicherheitstechnik
Spannungsbereich/Leistungsbereich	3 AC 320 ... 528 V: 0.37 ... 7.5 kW	3 AC 320 ... 550 V: 0.75 ... 4.0 kW (1. Generation) 7.5 kW (2. Generation)	Ohne integriertem EMV-Filter: 1/3 AC 170 ... 264 V: 0.37 ... 2.2 kW 3 AC 170 ... 264 V: 3.0 ... 11 kW 1 AC 90 ... 132 V: 0.37 ... 1.1 kW Mit integriertem EMV-Filter: 1 AC 170 ... 264 V: 0.37 ... 2.2 kW 3 AC 340 ... 528 V: 0.37 ... 11 kW
Zulassungen	CE, UL508C	CE, UL508C	CE, UL, CSA, EAC, RoHS, IE2 nach EN 50598-2
Zulässige Netzsysteme	TN, TT, IT	TN, TT	TN, TT, IT (□)
Schaltfrequenzen	4, 8, 16 kHz	2, 4, 8, 16 kHz	2, 4, 8, 12, 16 kHz
Mechanische Konstruktion			
Einbaugerät	–	–	●
Durchstoßtechnik	–	–	–
Cold-Plate-Technik	–	–	□
Motoranbau	●	–	–
Wandmontage	●	●	●
Schutzart	IP 54 / IP 65	IP 65	IP 31, IP 65
Generatorischer Betrieb			
Bremstransistor integriert	●	●	●
Bremstransistor extern	–	–	● (3 AC 400/480 V)
Rückspeisefähig	–	–	–
Regelungsarten			
VFC plus (U/f-Steuerung)	●	●	●
SLVC (sensorlose Vectorregelung)	●	●	●
SLPSM (Sensorlose Regelung für Synchronmotor)	●	●	●
U/f-Regelung	●	●	●
SC (Servoregelung)	–	●	● (nur bei Asynchronmotor)
Antriebsfunktionalität			
Spannungs-/ Frequenzsteuerung	●	●	●
Drehmomentenregelung	–	●	●
Drehzahlregelung	●	●	● (nur bei Asynchronmotor)
PID-Regler	●	●	●
Motion Control	–	–	–
Programmierbarkeit			
Parametrierung	●	●	●
Funktionsblock-Programmierung	–	●	–
IEC 61131-3	–	–	–

	Frequenzumrichter 8400 motec	Frequenzumrichter 8400 protec	Frequenzumrichter i550 protec
E/A			
Analogeingang /-ausgang	2, 1, 0 ¹⁾	1	Standard I/O: 2/1
Digitaleingang /-ausgang	8/1, 5/1, 2/0 ¹⁾	6/2	Standard I/O: 5/1
Relaisausgang	○	–	1
Drehzahlrückführung	●	●	●
PTC	●	●	●
Linearer Motortemperatursensor (KTY/PT1000)	–	–	–
Feldbus-Systeme			
CAN-Bus	□	□	□
Modbus RTU	–	–	□
PROFIBUS	□	□	–
INTERBUS	–	–	–
LECOM	–	–	–
AS-Interface	□	–	–
DeviceNet	–	–	–
PROFINET	□	□	□
POWERLINK	–	–	–
EtherCAT	□	–	□
EtherNet/IP	□	□	□
Modbus TCP/IP	–	–	–
Sicherheitsfunktionen			
Sicher abgeschaltetes Moment	□	□	□
weitere Sicherheitsfunktionen	–	□	–
Diagnoseunterstützung			
LEDs	●	●	●
Externes Keypad	○ (Handheld)	○ (Handheld)	○ (Handheld)
PC-Schnittstelle	●	●	●
Speichermodule	●	●	●

● Standard

○ Option

□ Variante

– Nicht möglich / nicht vorhanden

¹⁾ Abhängig von der Ausführung der Communication Unit

Die Angaben entsprechen dem in DSD hinterlegten Stand der Geräte

10.3.5.4 Frequenzumrichter 8400 motec: Motormontage oder Einzelmontage

Im DSD können Sie im Auslegungsschritt "Antriebskonzept" bei *Montage Motor/Umrichter* "Dezentraler Umrichter Motormontage" oder "Dezentraler Umrichter Einzelmontage" auswählen.

- **Motormontage:** In der weiteren Antriebsauslegung besteht für Frequenzumrichter 8400 motec eine feste Zuordnung zwischen Motorleistung und Umrichterleistung.
- **Einzelmontage:** In der weiteren Antriebsauslegung ist für Frequenzumrichter 8400 motec die feste Zuordnung zwischen Motorleistung und Umrichterleistung aufgehoben.
 - Die Auslegung ist weiterhin nur für die Montage auf den Motor vorgesehen. Die Auslegung für eine Wandmontage ist nicht möglich.
 - Die Baubarkeit wird nicht geprüft.
 - Im DSD ist keine Produktkonfiguration möglich.



[10-3] Frequenzumrichter 8400 motec: Auslegungsbeispiele im DSD für Motormontage und Einzelmontage

10.3.6 Übersicht Regelungsarten Motor/Umrichter

		Regelungsart	Geber		Drehstrommotor				Servo-Synchronmotor		Servo-Asynchronmotor		
			ja	nein	m540-P/ m550-P (IE3)	MH (IE2)	MF (120 Hz)	MD (IE1)	MCS	m850	SDSGA	MCA	MQA
Frequenzumrichter (Schaltschrankgeräte)	Frequenzumrichter 8400	SC	✓		● ¹⁾	● ¹⁾	● ¹⁾	● ¹⁾	● ³⁾	● ³⁾	○ ¹⁾	● ¹⁾	● ¹⁾
		SLVC		✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
		VFC plus	✓ ²⁾	✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
		VFC plus eco		✓ ²⁾	●	●	●	●	–	–	○	●	●
		SLPSM		✓	–	–	–	–	○	○	–	–	–
	Frequenzumrichter i510	SLVC		✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		VFC plus		✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		VFC plus eco		✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		SLPSM		✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Frequenzumrichter i550	SC	✓ ^{4) 5)}		●	●	●	●	–	–	○	○	○
		SLVC		✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		VFC plus	✓ ⁴⁾	✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		VFC plus eco		✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		SLPSM		✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Servoumrichter (Schaltschrankgeräte)	Servoumrichter 9400 HighLine	SC	✓		●	●	●	●	●	●	○	●	●
		SLVC		✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
		VFC plus	✓	✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
	Servoumrichter i950	SC	✓		●	●	●	●	●	●	○	●	●
		VFC plus	✓	✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
	Servoumrichter i700	SC	✓		●	●	●	●	●	●	○	●	●
		VFC plus	✓		●	●	●	●	–	–	○	●	●

		Regelungsart	Geber		m540-P/ m550-P (IE3)	Drehstrommotor			Servo-Synchronmotor		Servo-Asynchronmotor		
			ja	nein		MH (IE2)	MF (120 Hz)	MD (IE1)	MCS	m850	SDSGA	MCA	MQA
Dezentrale Umrichter	Frequenzumrichter 8400 motec	SLVC		✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
		VFC plus	✓		●	●	●	●	–	–	○	●	●
		VFC plus eco		✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
		SLPSM		✓	–	–	–	–	○	○	–	–	–
	Frequenzumrichter 8400 protec	SC	✓		●	●	●	●	–	–	○	●	●
		SLVC		✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
		VFC plus	✓	✓	●	●	●	●	–	–	○	●	●
		SLPSM		✓	–	–	–	–	○	○	–	–	–
	Frequenzumrichter i550 protec	SC	✓ 4) 5)		●	●	●	●	–	–	○	○	○
		SLVC		✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		VFC plus	✓ 4)	✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		VFC plus eco		✓	●	●	●	●	–	–	○	○	–
		SLPSM		✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–

SC Servoregelung
SLPSM Sensorlose Regelung für Synchronmotoren
SLVC Sensorlose Vectorregelung
VFC plus U/f-Steuerung
VFC plus eco U/f-Steuerung, energetisch optimiert

● Betrieb möglich
○ Betrieb möglich, in DSD nicht auswählbar
– Betrieb nicht möglich
1) nicht Frequenzumrichter 8400 BaseLine / StateLine
2) nicht Frequenzumrichter 8400 BaseLine
3) nur Frequenzumrichter 8400 TopLine
4) mit HTL-Geber 100 kHz über digitalen Eingang
5) ohne linearen Motortemperatursensor (KTY/PT1000)

Siehe auch: ▶ [Auswahlhilfe: Regelungsarten für Wickelantriebssysteme \(332\)](#)

10.3.6.1 Geberlose Motorregelung für Vertikalförderer/Hubwerke

Eine Applikation wird als Vertikalförderer bezeichnet, wenn die Gravitationskraft signifikant auf das Motordrehmoment wirkt. Applikationen, die der DSD als Vertikalförderer erkennt:

- Seilgeführte Hubwerke und lineare Anwendungen mit einem Neigungswinkel von mehr 45° (Riemenantriebe, Zahnstangenantriebe, Spindelantriebe, Fahrtriebe).
- Kurbeltriebe mit einem Neigungswinkel von 45° ... 135° oder 235° ... 315°.
- Exzenterhubtische.

Antriebssysteme für Vertikalförderer müssen in allen Betriebssituationen eine zuverlässige und lückenlose Führung der Applikation gewährleisten. Dazu ist ein spezielles Motormanagement erforderlich.

Antriebssysteme mit Rückführung sind für Vertikalförderer sehr gut geeignet. Bei Anwendungen ohne Rückführung muss das Motormanagement auch ohne Geber eine lückenlose und sichere Antriebsführung gewährleisten, auch bei den Übergängen Heben/Senken und Senken/Heben. Bei diesem Vierquadrantenbetrieb muss die Motorregelung auch den Betriebszustand "Null-Hertz-Drehfeldfrequenz" sicher beherrschen.

DSD unterstützt den Anwender effizient bei der Antriebsauslegung und

- bietet geeignete Regelungsarten und geberlose Antriebssysteme für bestimmte Leistungsbe-
reiche an,
- berücksichtigt während der Auslegung das Betriebsverhalten des Antriebssystems,
- prüft erforderliche Überdimensionierungen der Antriebskomponenten sowie die max. zulässige Motorauslastung,
- ermittelt die Auslastung der gewählten Antriebskomponenten,
- signalisiert durch Warnmeldungen oder Hinweise, wenn Grenzwerte überschritten werden.

Regelungsarten

Alle Lenze-Umrichter verfügen über die lineare U/f-Steuerung (VFC), bei dem allerdings eine Überdimensionierung des Umrichters zum Motor erforderlich ist. Außerdem darf der Motor nur bis ca. 75 % vom Bemessungsdrehmoment ausgelastet werden.

Servoumrichter 9400 HighLine verfügen über das spezielle Motormanagement Voltage Vector Control (VVC), das für Vertikalförderer mit geberlosen Antriebssystemen geeignet ist. Dieses Verfahren gewährleistet eine abgestimmte Motorerregung für jeden Betriebszustand. Dazu muss der Ausgangsbemessungsstrom des Umrichters mindestens das 1.2-fache des Motorbemessungsstroms betragen.

Geeignete Regelungsarten

- VFC plus mit VVC
U/f-Steuerung mit linearer U/f-Kennlinie
 - VVC: Voltage Vector Control (Spannungsvektor-Regelung)
 - VVC wird über Parameter aktiviert
 - Für Motorleistungen ≤ 55 kW geeignet
 - In Servoumrichter 9400 HighLine enthalten
- VFC plus linear
U/f-Steuerung mit linearer U/f-Kennlinie
 - Für Motorleistungen ≤ 7.5 kW geeignet (empfohlener Grenzwert)
 - In allen Lenze-Umrichtern enthalten



Tipp!

- Lenze Servoumrichter 9400 HighLine mit VVC sind für Vertikalförderer mit geberlosem Antriebssystem ≤ 55 kW empfehlenswert.
- Antriebssysteme > 55 kW immer mit Rückführung ausführen.

Nicht geeignete Regelungsarten

- VFC plus quadratisch
U/f-Steuerung mit quadratischer U/f-Kennlinie
- VFC plus eco
Energetisch optimierte U/f-Steuerung
- SLVC
Sensorlose Vectorregelung

Prüfungen in DSD

DSD führt alle Prüfungen für eine sichere Auslegung durch. Dabei werden folgende produkt- und verfahrensspezifische Faktoren für Auslastung und Überdimensionierung hinsichtlich Anwendung, Motor und Umrichter unterstellt.

- VFC plus mit VVC (nur möglich bei Servoumrichter 9400 HighLine)
 - Der Motor wird nur bis zum Bemessungsdrehmoment ausgelastet.
 - Der Ausgangsbemessungsstrom des Umrichters beträgt mindestens das 1.2-fache des Motorbemessungsstroms.
- VFC plus (möglich bei allen Umrichtern)
 - Der Motor wird bis max. 75 % des Bemessungsdrehmoments ausgelastet.
 - Der Ausgangsbemessungsstrom des Umrichters beträgt mindestens das 1.7-fache des Motorbemessungsstroms.
 - Gegenüber dem Bedarf der Anwendung ist der Umrichter insgesamt mit dem Faktor 2.27 überdimensioniert.



Hinweis!

Beachten Sie die Hinweise im Auslegungsprotokoll, wenn

- Grenzwerte überschritten wurden,
- die Auslegung mit Servoumrichter 9400 HighLine und der Regelungsart VFC plus mit VVC durchgeführt wurde.
 - Um VVC (Voltage Vector Control) zu aktivieren, müssen Sie im Umrichter Parameter anpassen.

Siehe auch

- ▶ [Hubantrieb ohne Gegengewicht](#) (□ 114)
- ▶ [Hubantrieb mit Gegengewicht](#) (□ 123)

10.3.7 Auswahlhilfe: Produkte für Antriebssysteme (ohne Wickler)

	Förderantriebe	Fahrantriebe	Hubantriebe	Positionierantriebe	Koordinierte Antriebe für Roboter	Gleichlaufantriebe	Taktantriebe für Querschneider und Fliegende Säge	Antriebe für elektronische Kurvenscheibenantriebe	Antriebe für Umformprozesse	Haupt- und Werkzeugantriebe	Antriebe für Pumpen und Ventilatoren
Servoumrichter											
Servoumrichter 9400 HighLine	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	○
Servoumrichter i950	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	○
Frequenzumrichter 8400 TopLine	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++
Servoumrichter i700 ¹⁾	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	○
Frequenzumrichter											
Frequenzumrichter i510	++	++				○			++	○	+++
Frequenzumrichter i550	+++	+++	++	○		+			++	++	+++
Frequenzumrichter 8400 BaseLine	+++	++				○			++	○	+++
Frequenzumrichter 8400 StateLine	+++	+++	○	○		○			++	++	+++
Frequenzumrichter 8400 HighLine	+++	+++	++	+++		++			+++	+++	+++
Frequenzumrichter 8400 motec	+++	+++	○			○			++	++	+++
Frequenzumrichter 8400 protec	+++	+++	++	++		++			++	++	+++
Frequenzumrichter i550 protec	+++	+++	++	○		+			++	++	+++
Servomotoren											
MCA	○	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	○
MCS	○	++	++	+++	+++	++	+++	+++		○	
m850	++		++	+++	+++	++	+++	+++		○	
MQA	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++
Drehstrommotoren											
MDxMA, MHxMA, m550-H, m550-P, m540-P	+++	+++	+++	++	○	+++	++	++	+++	+++	+++
MFxMA	+++	+++	+++	+++	○	+++	++	++	+++	+++	+++
Axialgetriebe/ -übersetzungen											
Stirnradgetriebe g500-H	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	○
Flachgetriebe g500-S	+++	+++	+++	++	++	+++	++	++	+++	+++	○
Zugmittelgetriebe formschlüssig ²⁾	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
Zugmittelgetriebe reibschlüssig ³⁾	+++	+++	○						+++	+++	+++
Zugmittelgetriebe Kette	+++	○	++							○	
Kegelradgetriebe											
Kegelradgetriebe g500-B	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	○

+++ Sehr gut geeignet
 ++ Gut geeignet
 + Geeignet
 ○ Eingeschränkt geeignet

¹⁾ Betrieb mit Lenze Motion-Controller, z. B. P500 oder C300

²⁾ Z. B. Zahnriemen, Kette

³⁾ Z. B. Keilriemen, Flachriemen

10.3.8 Auswahlhilfe: Produkte für Wickelantriebssysteme

	Zugkraftsteuerung (M)	Zugkraftregelung (M) ¹⁾	Zugkraftregelung (n) ¹⁾	Tänzerlageregelung (n)	Geschwindigkeitsregelung (n)
Wickler-Regelungsverfahren					
Verfahren Motorregelung	Drehmomentsteuerung	Drehmomentsteuerung	Drehzahlregelung	Drehzahlregelung/ Drehzahlsteuerung	Drehzahlregelung/ Drehzahlsteuerung
Axialgetriebe, Übersetzungen					
Stirnradgetriebe g500-H	++	++	++	+++	+++
Flachgetriebe g500-S	++	++	++	+++	+++
Zahnriemen	+++	+++	+++	+++	+++
Direktantrieb	+++	+++	+++	+++	+++
Kegelradgetriebe					
Kegelradgetriebe g500-B	++	++	++	+++	+++
Servomotoren					
MCA	+++	+++	+++	+++	+++
MCS	++	++	++	++	++
m850	++	++	++	++	++
MQA	+++	+++	+++	+++	+++
SDSGA	+++	+++	+++	+++	+++
Drehstrommotoren					
MDxMA	++	++	++	++	++
MFxMA	○	○	○	○	○
m550-P, m540-P	+++	+++	+++	+++	+++
MHxMA, m550-H	+++	+++	+++	+++	+++
Umrichter (IP 20)					
Frequenzumrichter i510 ⁴⁾	—	—	—	—	—
Frequenzumrichter i550	○ ^{3) 6)}	—	—	● ⁵⁾	● ⁵⁾

	Zugkraftsteuerung (M)	Zugkraftregelung (M) ¹⁾	Zugkraftregelung (n) ¹⁾	Tänzerlageregelung (n)	Geschwindigkeitsregelung (n)
Frequenzumrichter 8400 BaseLine	–	–	–	–	–
Frequenzumrichter 8400 StateLine	–	–	–	● ⁵⁾	● ⁵⁾
Frequenzumrichter 8400 HighLine	● ³⁾	● ³⁾	●	●	●
Frequenzumrichter 8400 TopLine	●	●	●	●	●
Servoumrichter 9400 HighLine	●	●	●	●	●
Servoumrichter i950	●	●	●	●	●
Servoumrichter i700	●	●	●	●	●
Dezentrale Umrichter (IP 65)					
Frequenzumrichter 8400 motec ⁴⁾	–	–	–	● ⁵⁾	● ⁵⁾
Frequenzumrichter 8400 protec StateLine ⁴⁾	–	–	–	● ⁵⁾	● ⁵⁾
Frequenzumrichter 8400 protec HighLine ⁴⁾	●	–	●	●	●
Frequenzumrichter i550 protec	○ ^{3) 6)}	–	–	● ⁵⁾	● ⁵⁾

+++ Sehr gut geeignet

++ Gut geeignet

○ Eingeschränkt geeignet

● Möglich

– Nicht möglich, nicht sinnvoll

²⁾ Durchmessererfassung, z. B. mit Ultraschallsensor (optional)

³⁾ Linearer Motortemperatursensor (KTY/PT1000) wird nicht ausgewertet

⁴⁾ DC-Verbund nicht möglich

⁵⁾ Durchmesser vorsteuerung nicht möglich

⁶⁾ Mit externer Durchmessernachführung

10.3.9 Auswahlhilfe: Regelungsarten für Wickelantriebssysteme

	Zugkraftsteuerung (M)	Zugkraftregelung (M) ¹⁾	Zugkraftregelung (n) ¹⁾	Tänzerlageregelung (n)	Geschwindigkeitsregelung (n)
Wickler-Regelungsverfahren					
Verfahren Motorregelung	Drehmomentsteuerung	Drehmomentregelung	Drehzahlregelung	Drehzahlregelung/ Drehzahlsteuerung	Drehzahlsteuerung/ Drehzahlregelung
Regelungsart					
SC					
Aufwickler/Abwickler	+	+	+	+	+
VFC plus ohne Geber					
Aufwickler/Abwickler	–	–	–	○	○
SLVC					
Aufwickler	+	–	–	○	+
Abwickler	–	–	–	–	–
VFC plus mit Geber					
Aufwickler	○	–	–	○	○
Abwickler	–	–	–	○	○
VFC plus eco					
Aufwickler/Abwickler	–	–	–	–	–

- + Gut geeignet
- Eingeschränkt geeignet
- Nicht geeignet

¹⁾ [Vergleich zugkraftgeregelte Wickler-Regelungsverfahren \(219\)](#)

²⁾ Durchmessererfassung, z. B. mit Ultraschallsensor (optional)

SC Servoregelung

VFC plus U/f-Steuerung

VFC plus eco U/f-Steuerung mit energetisch optimierter Feldeinprägung im Teillastbereich

SLVC Sensorlose Vectorregelung

11 Antriebsauslegung

Abhängig von den ausgewählten Komponenten führen Sie folgende Auslegungsschritte durch:

- Getriebemotor
 - [Vorauswahl Getriebemotor](#) (📖 333)
 - [Auswahl Motor](#) (📖 340)
 - [Auswahl Lenze Smart Motor](#) (📖 346)
 - [Auswahl mechanische Bremse](#) (📖 363)
 - [Auswahl Lenze-Getriebe](#) (📖 370)
 - [Auswahl zusätzliches Antriebselement](#) (📖 381)
- Umrichter
 - [Vorauswahl](#) (📖 383)
 - [Auswahltablelle](#) (📖 385)
- Motorkomponenten
 - [Auswahl Rückführung](#) (📖 396)

11.1 Vorauswahl Getriebemotor

11.1.1 Motorherkunft

Parameter	Beschreibung
	Einschränkung der Auswahl im Auslegungsschritt <i>Auswahl Motor</i> . • Alle Motoren • Auswahl von Lenze-Motoren und Anwendermotoren. • Lenze Motoren • Auswahl von Lenze-Motoren. • Anwendermotoren • Auswahl von Anwendermotoren. ▶ Anwendermotor anzeigen (📖 306)

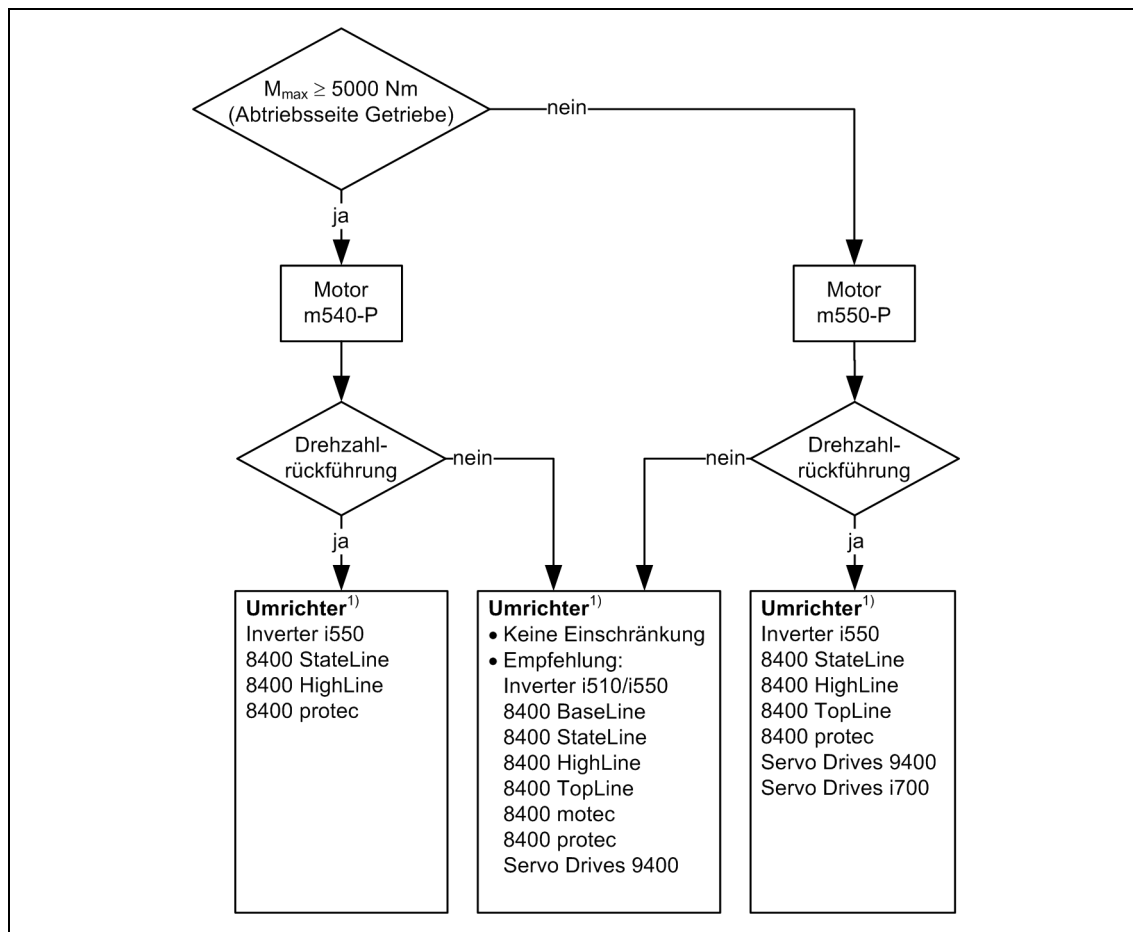
11.1.2 Motorgruppe

Parameter	Beschreibung
Gruppe	Auswahl der IE3-Motoren der Baureihe m540-P oder m550-P für die Kombination mit einem Getriebe der Baureihe g500. - Die geeignete Baureihe wird vom DSD ermittelt und ist voreingestellt. - Der Parameter ist nur verfügbar, wenn im Antriebskonzept die Motorbaureihe m500-P gewählt wurde. Antriebskonzept (□ 305)

Kombinationen Getriebe der Baureihe g500 mit Motoren der Baureihe m550-P / m540-P

... kW	Motorleistung bei 3AC 400 V / 50 Hz
[...] kW	Motorleistung bei 3AC 400 V / 87 Hz

Auswahlhilfe für Antriebssysteme mit Motoren der Baureihe m550-P / m540-P



[11-1] Auswahlhilfe für IE3-Motoren der Baureihe m550-P und m540-P

¹⁾ Die Zuordnung der Umrichter ist abhängig vom Rückführsystem.

11.1.3 Zusätzliches Trägheitsmoment Motorwelle

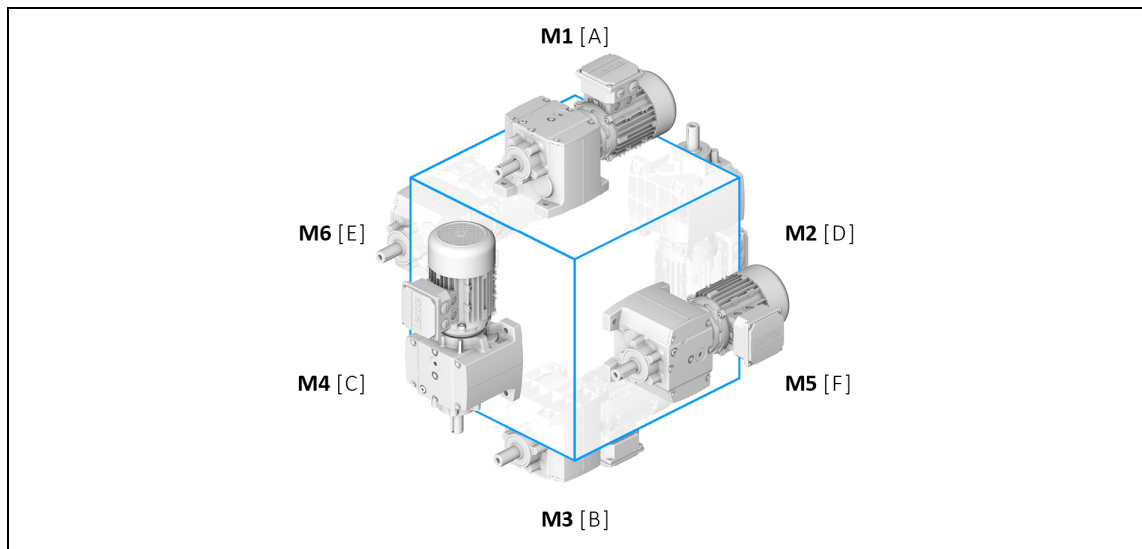
Parameter	Beschreibung
$J_{\text{add,M}}$	Zusätzliches Trägheitsmoment auf der Motorwelle. • Zum Beispiel Schwungscheiben/Riemenscheiben und Handräder. • Diese Schwungmassen drehen mit der gleichen Drehzahl wie der Motor.

11.1.4 Einbaulage

Die Dauerkennlinie des Getriebes wird durch die Einbaulage maßgeblich beeinflusst.

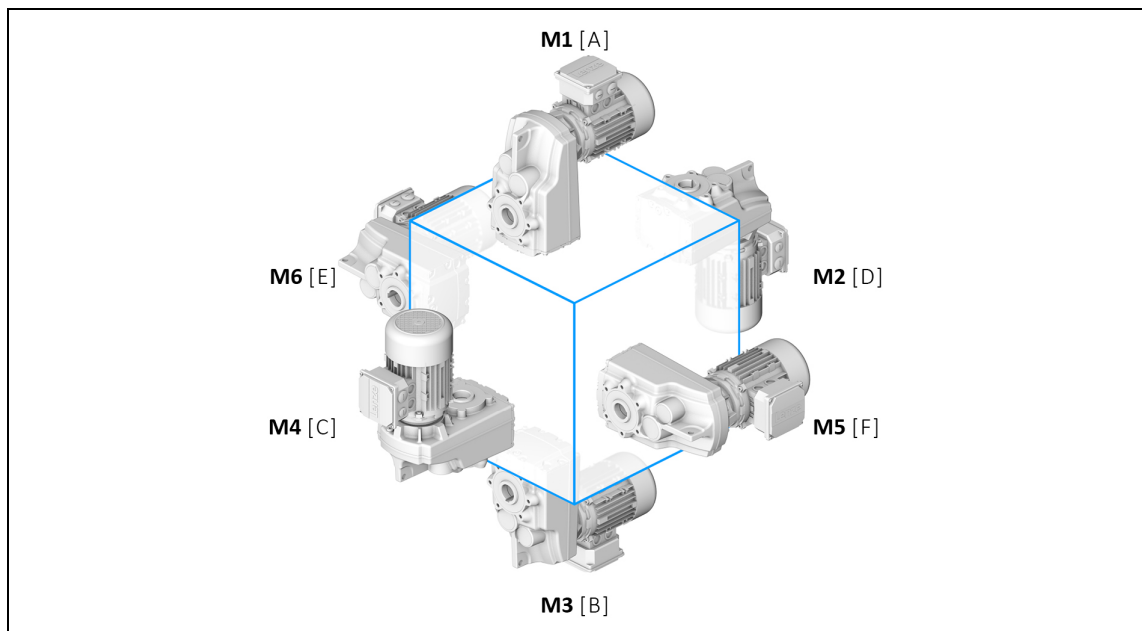
M1 ... M6 sind die aktuellen Bezeichnungen der Einbaulagen. Die bislang verwendeten Bezeichnungen [A] ... [F] sind zusätzlich angegeben.

g500-H



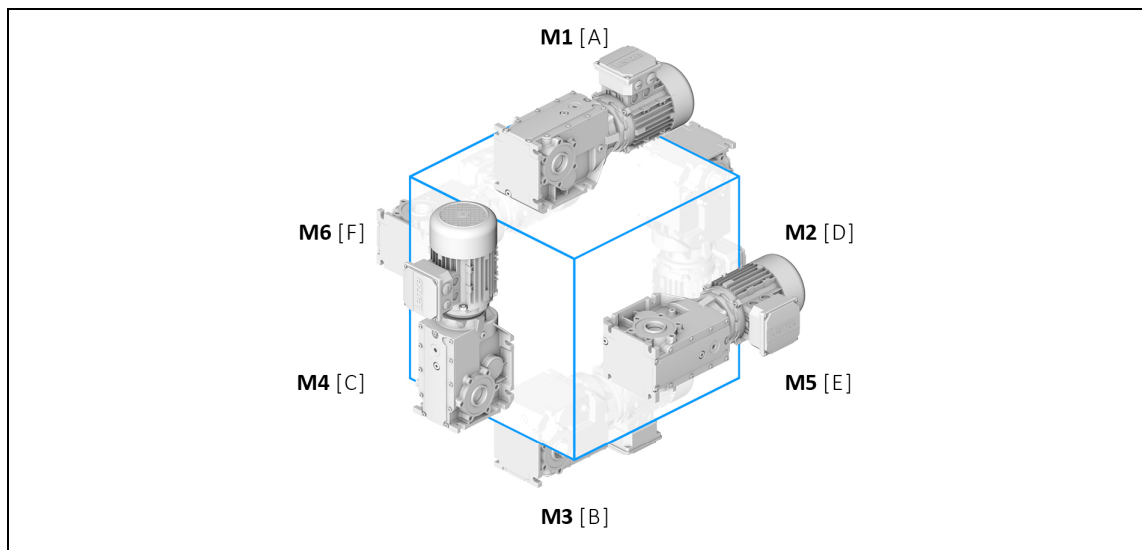
[11-2] Einbaulagen Stirnradgetriebe g500-H

g500-S



[11-3] Einbaulagen Flachgetriebe g500-S

g500-B



[11-4] Einbaulagen Kegelradgetriebe g500-B

11.1.5 Mittlere tägliche Betriebsdauer

Die Dauerkennlinie des Getriebes wird durch die mittlere tägliche Einschaltdauer beeinflusst.

Parameter	Beschreibung
ED	Tägliche Einschaltdauer. Die Betriebsdauer wird für die Bestimmung der Korrekturfaktoren der thermischen Drehzahl bei Getriebemotoren benötigt.

11.1.6 Zusätzliches Antriebselement (K)

Parameter	Beschreibung
Typ	Es stehen folgende Ausführungen zur Auswahl: - Flachriemen - Keilriemen - Kette - Eigenes Getriebe - Zahnrad - Zahnriemen



Hinweis!

Während Zahnriemen, Kette und Zahnrad formschlüssig und damit nicht schlupfbehaf-tet sind, bildet sich bei einem Keilriemen/Flachriemen eine Drehzahldifferenz zwischen Antriebsseite und Abtriebsseite (Schlupf).

- Diese Drehzahldifferenz ist im Allgemeinen gering und wird in DSD nicht berücksich-tigt.



Stop!

Bei Verwendung von Riemen-/Kettengetrieben wird die Radialbelastung des Lenze-Ge-triebtes durch die Vorspannung in DSD nicht geprüft. Führen Sie diese Überprüfung ma-nuell durch!

11.1.7 Energiesparfunktion

Parameter	Beschreibung
	Nur Lenze Smart Motor
Aus	Optimiert für: - Hohe Dynamik - Maximales Anlaufmoment und Drehmoment - Hohe Drehzahlgenauigkeit
Ein	Reduzierte Energieaufnahme im Teillastbereich. Es steht ca. 50 % des maximalen Anlaufmoments zur Verfügung.

11.1.8 Minimale Übersetzung (K)

Parameter	Beschreibung
$i_{\min,K}$	Minimale Sollübersetzung des zusätzlichen Antriebslements. - Ist eine Übersetzung von $i_{\min,K}$ bis $i_{\max,K}$ möglich, so stellt dieser Wert die untere Grenze dar. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels Getrieberechner berechnet werden.  Getrieberechner



Hinweis!

Steht die Übersetzung des zusätzlichen Antriebslements schon vor der Auswahl des Lenze-Getriebes fest, so sind die minimale Übersetzung und die maximale Übersetzung identisch ($i_{\min,K} \equiv i_{\max,K}$).

11.1.9 Maximale Übersetzung (K)

Parameter	Beschreibung
$i_{\max,K}$	Maximale Sollübersetzung des zusätzlichen Antriebslements. - Ist eine Übersetzung von $i_{\min,K}$ bis $i_{\max,K}$ möglich, so stellt dieser Wert die obere Grenze dar. - Wert kann direkt eingegeben oder mittels Getrieberechner berechnet werden.  Getrieberechner



Hinweis!

Steht die Übersetzung des zusätzlichen Antriebslements schon vor der Auswahl des Lenze-Getriebes fest, so sind die minimale Übersetzung und die maximale Übersetzung identisch ($i_{\min,K} \equiv i_{\max,K}$).

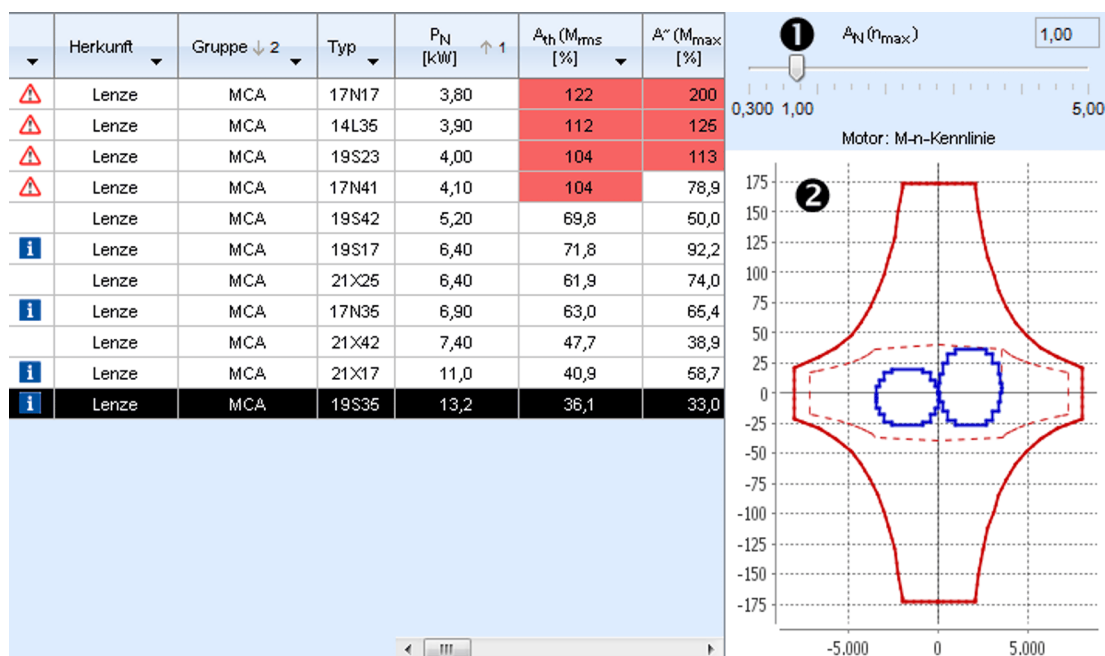
11.2 Auswahl Motor

DSD dimensioniert den Motor für den Betrieb am Frequenzumrichter oder Servoumrichter. Die Berechnungen beruhen bei beiden Kombinationen auf dem gleichen Modell.

11.2.1 Auswahltabelle

Die Auswahltabelle stellt die Parameter der zur Auswahl stehenden Motoren dar. Hierbei ist zwischen Vorschauwerten und weiteren Parametern zu unterscheiden.

- Eine grundlegende Beschreibung der Auswahltabelle und Hilfsmittel für die schnelle Auswahl der geeigneten Komponente finden Sie hier:
 - [Aufbau der Auswahltabellen](#) (36)
 - [Ergebnisse in Auswahltabellen sortieren und filtern](#) (37)



Beschreibung

- 1 Schieberegler zur optimalen Ausnutzung der Bemessungsdrehzahl
 - Bei der Berechnung des Drehmomentbedarfs wird die Trägheit des Motors berücksichtigt. Die Getriebeübersetzung wird so berechnet, dass die Bemessungsdrehzahl (gilt für alle Anwendungen, außer Wickler) des Motors als max. Drehzahl angenommen wird.
 - Bei Wicklern mit Asynchron- oder Synchronmotor ist der Schieberegler auf "2" voreingestellt.
 - Mit dem Schieberegler können Sie den Motors optimal anpassen:
 - Wert = 1: Bemessungsdrehzahl
 - Werte > 1: Drehzahl größer Bemessungsdrehzahl (Feldschwächung).
 - Werte < 1: Drehzahl kleiner Bemessungsdrehzahl.
 - Lenze-Einstellung bei Wickelanwendungen:
 - Asynchronmotoren: 2.0
 - Synchronmotoren: 1.0

Beschreibung	
②	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Motors. Die dargestellte Kennlinie bezieht sich auf die Motor-Umrichter-Kombination. Die im Auslegungsschritt <i>Antriebskonzept</i> gewählte Umrichterfamilie wird verwendet.
	Grenzkennlinie des Motors.
	Berechnete Grenzkennlinie des Motors. Für die meisten Motoren sind im DSD gemessene Kennlinien hinterlegt.
	S1-Kennlinie des Motors. Senkrechter Verlauf: Bemessungsdrehzahl Motor.
	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Bedarfs der Anwendung. Mit dem Schieberegler ① können Sie die Kennlinie anpassen.

Beschreibung der Parameter

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
k_f			Feldschwächfaktor Mit dem Schieberegler können Sie vorab die max. Drehzahl anpassen.
$A_N \sim (n_{\max})$			Vorab berechnete Auslastung des Motors - Die Auslastung ergibt sich aus dem Verhältnis der max. Drehzahl des Motors zu seiner Bemessungsdrehzahl. Mögliche Meldungen: ► Auslastung > 100 %, bezogen auf das max. Drehmoment (📖 512)
$A \sim (M_{\max})$			Vorab berechnete Auslastung des Motors, bezogen auf das max. Drehmoment in der M-n-Kennlinie.
$A_{th,M} \sim (M_{rms})$	%	%	Thermische Auslastung des Motors bezogen auf das effektive Drehmoment Relevante Themen: ► Dauerkennlinien (S1-Kennlinien) (📖 345) Mögliche Meldungen: ► Auslastung > 100 %, bezogen auf das effektive Drehmoment (📖 522)
Typ			Motortyp Anzeige des Typenschlüssel.
P_N	kW	kW	Bemessungsleistung des Motors
M_N	Nm	lbfft	Bemessungsdrehmoment des Motors
M_0'	Nm	lbfft	Stillstandspunkt beim Synchronmotor
$M_{dyn,M}$	Nm	lbfft	Maximales Drehmoment im Luftspalt
f_N	Hz	Hz	Bemessungsfrequenz
I_N	A	A	Bemessungsstrom
n_N	$1/\text{min}$	rpm	Bemessungsdrehzahl
$P_{th,av,M}$	kW	kW	Mittlere Verlustleistung des Motors
$I_{\max} \sim$	A	A	Vorab ermittelter max. Strombedarf der Anwendung

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
k_j			Vorab berechnete Lastabstimmung • Fehlanpassung des Trägheitsmoments
			Relevante Themen: ‣ Lastabstimmungsfaktor (📖 354)
			Mögliche Meldung: ‣ Max. Fehlanpassung ist größer als zulässige Fehlanpassung (📖 523)
$\cos \varphi$			Leistungsfaktor
IP			Schutzart des Motors
Kühlung			Kühlungsart des Motors
			S Selbstgeköhlt (Oberflächenbelüftet)
			E Eigengeköhlt (Eigenlüfter)
			F Fremdbelüftet
U_N	V	V	Bemessungsspannung
Y/Δ			Schaltungsart
			S Y-Schaltung
			D Δ -Schaltung

Verwandte Themen:

- [Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie](#) (📖 343)
- [Motoren für 87-Hz-Betrieb](#) (📖 350)
- [Motoren für 120-Hz-Betrieb](#) (📖 350)
- [Auslegungsrichtlinien und Auslegungshinweise](#) (📖 351)
- [Lastabstimmungsfaktor](#) (📖 354)
- [Radialkräfte/Axialkräfte](#) (📖 360)

11.2.2.1 Grenzkennlinien

Grundsätzlich verwendet der DSD Grenzkennlinien. Diese gelten für die jeweils gewählte Bemessungsspannung des Versorgungsnetzes und bei Standardkonfiguration des Umrichters.

Die Grenzkennlinien werden in zwei Klassen dargestellt:

- Grenzkennlinien im Auslegungsschritt *Auswahl Motor* und *Auswahl Getriebe*:
 - Anzeige, was der Motor mit der gewählten Umrichterfamilie max. liefern kann.
- Grenzkennlinien im Auslegungsschritt *Umrichter-Auswahl* und *Protokoll*:
 - Anzeige, was die Motor-Umrichter-Kombination in der gewählten Betriebsweise (Schaltfrequenz, Überlastverhalten, Regelungsart, Netzdrossel) max. liefern kann.

Für die Berechnung im DSD wird der Quadrant für motorischen Betrieb in den Quadranten für generatorischen Betrieb gespiegelt und, falls erforderlich, angepasst. Dadurch ist sichergestellt, dass unabhängig vom gewählten elektrischen Bremskreis das notwendige Drehmoment erreicht wird.

Wenn für die Motor-Umrichter-Kombination oder für das gewählte Regelverfahren keine Kennlinie vorliegt, wird in DSD eine Kennlinie berechnet und rot gepunktet dargestellt.



Hinweis!

Bei veränderter Standardkonfiguration des Antriebssystems (z. B. Einsatz einer Netzdrossel, Motordrossel, langer Motorleitungen oder bei einem "weichen" Netz) kann die tatsächliche Kennlinie von der dargestellten deutlich abweichen.

Mit der Motorkennlinie kann der Drehmomentbedarf der Anwendung an dem max. verfügbaren Motordrehmoment geprüft werden.

Dabei muss für jeden Betriebspunkt $M_M = f(n)$ gelten:

$$M_{\max, M}(n) > M_{\max, App}(n)$$

[11-6] Prüfung des Drehmomentbedarfs der Anwendung

Die im DSD dargestellten Drehmoment-Drehzahl-Grenzkennlinien der Motor-Umrichter-Kombination sind statische Kennlinien. Bei Beschleunigungszeiten ≤ 50 ms bei Servoumrichtern und ≤ 100 ms bei Frequenzumrichtern kann das tatsächliche Drehmoment-Drehzahlverhalten erheblich abweichen.

Darstellung der Grenzkennlinien bei einem Drehmoment $>400\% M_{\max,M}$

Bei sehr hohen Überstromfaktoren können im Einzelfall der Verlauf der Grenzkennlinien im Katalog (tabellarisch) und im DSD bzw. »EASY Product Finder« unterschiedlich dargestellt werden.

Die Angaben im Katalog werden in der Regel durch Messungen verifiziert. Im DSD bzw. »EASY Product Finder« werden die Kennlinien simuliert und das Drehmoment auf $400\% M_{\max,M}$ begrenzt, auch wenn der Umrichter mehr leisten könnte. Grund: Bei einem Drehmoment $>400\% M_{\max,M}$ werden die Simulationsergebnisse durch Nichtlinearitäten und Sättigungseffekte ungenauer.

Bei der Antriebsauslegung für eine Anwendung mit einem Drehmomentbedarf $M_{\max,App} > 400\% M_{\max,M}$ ist das geforderte Drehmoment-Drehzahlverhalten durch Einzelmessungen oder empirische Prüfungen sicherzustellen.

11.2.2.2 Dauerkennlinien (S1-Kennlinien)

Die Dauerkennlinie eines Motors wird durch Wicklungsverluste und Eisenverluste beeinflusst. Aufgrund der mit der Frequenz steigenden Eisenverluste besitzt jeder Motor eine mit zunehmender Drehzahl fallende Dauerkennlinie.

- Die Wicklungsverluste sind quadratisch proportional dem Strom. Bei sehr hohen Überlasten steigen sie somit sehr stark an. Um beide Verlustarten zu berücksichtigen, nutzt der DSD ein thermisches Modell der Maschine.

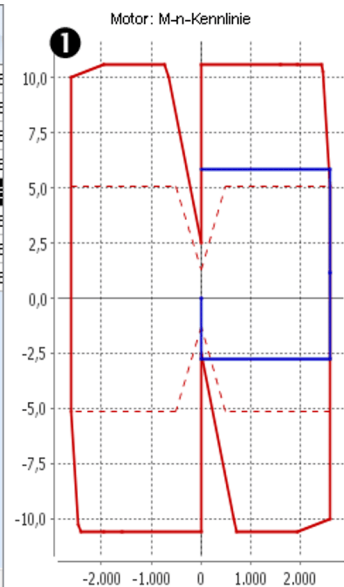
11.3 Auswahl Lenze Smart Motor

11.3.1 Auswahltabelle

Die Motor-Auswahltabelle stellt die Parameter der zur Auswahl stehenden Motoren dar. Hierbei ist zwischen Vorschauwerten und weiteren Parametern zu unterscheiden.

- Eine grundlegende Beschreibung der Auswahltabelle und Hilfsmittel für die schnelle Auswahl der geeigneten Komponente finden Sie hier:
 - ▶ [Aufbau der Auswahltabellen](#) (36)
 - ▶ [Ergebnisse in Auswahltabellen sortieren und filtern](#) (37)

Getriebe	N _i	i _{act} ↓ 3	M _{pe} [Nm] ↑ 1	A _r (%) ↓	Motor	P _N [kW] ↑
g500-H320	2	16,923	281,30	25	MSEMA 080-32	1,36
g500-H320	2	14,898	283,50	25	MSEMA 080-32	1,36
g500-H320	2	20,731	299,10	24	MSEMA 080-32	1,36
g500-H320	2	18,250	309,70	23	MSEMA 080-32	1,36
g500-H320	3	47,276	320,00	22	MSEMA 080-32	1,36
g500-H320	2	23,754	320,00	22	MSEMA 080-32	1,36
g500-H450	2	15,714	320,50	22	MSEMA 080-32	1,36
g500-H450	2	22,170	376,20	19	MSEMA 080-32	1,36



Beschreibung	
①	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Motors.
—	Gemessene bzw. simulierte Grenzkennlinie des Motors.
----	Ersatz der Grenzkennlinie des Motors.
	• Nicht für alle Motoren liegen Gemessene bzw. simulierte Kennlinien vor.
- - -	S1-Kennlinie des Motors.
	• Senkrechter Verlauf: Bemessungsdrehzahl Motor.
—	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Bedarfs der Anwendung.

Beschreibung der Parameter

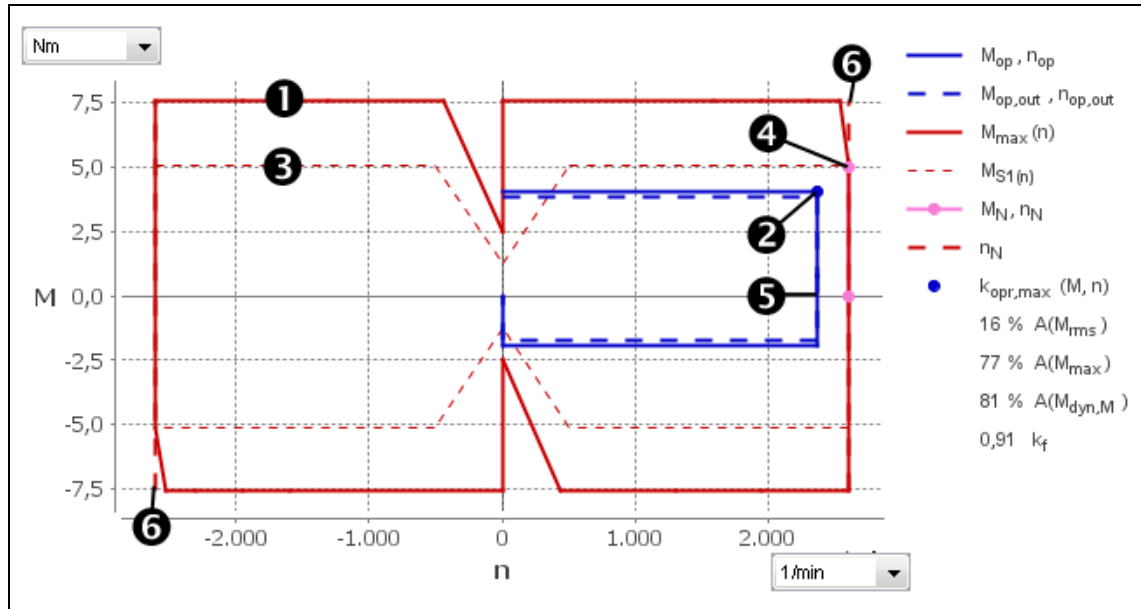
Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
Getriebe			Getriebetyp • Anzeige eines Teils des Typenschlüssels, bestehend Getriebetyp und Ausführung.
N_G			Stufenzahl des Getriebes
i_{act}			Ist-Übersetzung des Getriebes
$M_{per,out}$	Nm	lbfft	Bemessungsdrehmoment des Getriebes auf der Abtriebsseite
$A^{\sim}(M_{eq})$	%	%	Vorab berechnete Auslastung, bezogen auf das äquivalente Drehmoment. • Gibt einen Anhaltspunkt hinsichtlich der Dauerfestigkeit des Getriebes.
			Relevante Themen: ▶ Prüfung der Drehmomentbelastung (📖 374)
			Mögliche Meldungen: ▶ Auslastung > 100 %, bezogen auf das äquivalente Drehmoment (📖 517)
Motor			Motortyp • Anzeige des Typenschlüssels.
P_N	kW	kW	Bemessungsleistung des Motors
$A_{th,D}$	%	%	Auslastung des Antriebssystems • Die Summe der thermischen Auslastung der Antriebskomponenten ergibt die Auslastung des Antriebssystems.
$A_{max,D}$	%	%	Max. Auslastung des Antriebssystems, bezogen auf das Drehmoment • Die Grenze der Auslastung wird durch die Antriebskomponenten bestimmt.
$P_{th,D}$	kW	kW	Verlustleistung des Antriebssystems • Die Summe der Verlustleistung der Antriebskomponenten ergibt die Verlustleistung des Antriebssystems.

Verwandte Themen:

- ▶ [Auslegungsrichtlinien und Auslegungshinweise](#) (📖 351)
- ▶ [Lastabstimmungsfaktor](#) (📖 354)
- ▶ [Radialkräfte/Axialkräfte](#) (📖 360)

11.3.2 Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie

Die Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie zeigt das erreichbare Drehmoment und den thermischen Zustand des Motors.



[11-7] M-n-Kennlinie des Motors

Beschreibung	
①	Grenzkennlinie - Im DSD sind für die meisten Motor-Umrichter-Kombinationen Grenzkennlinien hinterlegt. - Wenn keine Grenzkennlinie hinterlegt ist, berechnet DSD eine Ersatzkennlinie. Sie wird als rote Punkt-Linie (.....) dargestellt.
②	Maximaler Betriebspunkt
③	Dauerkennlinie Grenzkennlinie für das Drehmoment, das der Motor dauerhaft im S1-Betrieb treiben kann, ohne zu überhitzen.
④	Bemessungspunkt des Motors
⑤	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Bedarfs der Anwendung Für die Prüfung der Motor-Umrichter-Kombination muss die Kennlinie immer unterhalb der Grenzkennlinie liegen.
⑥	Motorbemessungsdrehzahl
⑦	Leistungsmerkmale Die Leistungsmerkmale finden Sie auch in der Auswahltabelle. Auswahltabelle (346)

11.3.2.1 Grenzkennlinien

Grundsätzlich verwendet der DSD Grenzkennlinien. Der Verlauf der Grenzkennlinie ist abhängig vom gewählten elektrischen Versorgungsnetz und der Energiesparfunktion des Lenze Smart Motors.

Mit der Motorkennlinie kann der Drehmomentbedarf der Anwendung an dem max. verfügbaren Motordrehmoment geprüft werden.

Dabei muss für jeden Betriebspunkt $M_M = f(n)$ gelten:

$$M_{\max,M}(n) > M_{\max,App}(n)$$

[11-8] Prüfung des Drehmomentbedarfs der Anwendung

Die im DSD dargestellten Drehmoment-Drehzahl-Grenzkennlinien sind statische Kennlinien.

11.3.2.2 Dauerkennlinien (S1-Kennlinien)

Die Dauerkennlinie eines Motors wird durch Wicklungsverluste und Eisenverluste beeinflusst. Aufgrund der mit der Frequenz steigenden Eisenverluste besitzt jeder Motor eine mit zunehmender Drehzahl fallende Dauerkennlinie.

- Die Wicklungsverluste sind quadratisch proportional dem Strom. Bei sehr hohen Überlasten steigen sie somit sehr stark an. Um beide Verlustarten zu berücksichtigen, nutzt der DSD ein thermisches Modell der Maschine.

11.4 Auslegungskriterien für den Motor

11.4.1 Motoren für 87-Hz-Betrieb

Der 87-Hz-Betrieb von Standard-Asynchronmotoren ist für alle Umrichter im DSD integriert. Der Vorteil dieser Betriebsart liegt darin, dass bei gleichem Drehmoment die Drehzahl des Motors im Vergleich zum 50-Hz-Betrieb um 73 % erhöht wird. Damit wird auch die Motortypenleistung um 73 % erhöht. Der Motor wird hierbei deutlich besser ausgenutzt. Beim Umrichter ergeben sich keine Einsparungen.

- Die Bemessungsdrehzahl liegt bei 4-poligen Motoren im 87-Hz-Betrieb bei ca. 2.500 min^{-1} .
- Bei Getriebemotoren ist darauf zu achten, dass die max. zulässige Antriebsdrehzahl nicht überschritten wird.
- Der 87-Hz-Betrieb ist nur an einem Umrichter möglich, wobei der Motor mit $400 \text{ V Y} / 230 \text{ V } \Delta$ dabei im Dreieck betrieben wird. Der U/f-Bemessungspunkt wird dabei auf $400 \text{ V} / 87 \text{ Hz}$ eingestellt.
- Motoren, mit denen der 87-Hz-Betrieb möglich ist, werden in der Motorauswahltable des DSD mit entsprechend umgerechneten Daten angezeigt.
- Der Wirkungsgrad des Motors ist beim 87-Hz-Betrieb größer. Dadurch ist im Vergleich zu 50 Hz der Betrieb effizienter bei gleichzeitig kleinerer Baugröße.



Tipp!

11.4.2 Motoren für 120-Hz-Betrieb

Für Anwendungen mit häufig wechselnden Drehzahlen und geringen Anforderungen an die Dynamik bietet Lenze Motoren im Standardgehäuse, die für den Betrieb am Umrichter optimiert sind.

- Wirkungsgrade wie bei vergleichbaren IE2-Motoren, teilweise auch IE3-Motoren aber bei deutlich kleineren Baugrößen.
- Oftmals eine günstige Alternative zu Servomotoren.

11.4.3 Auslegungsrichtlinien und Auslegungshinweise

Die Einsetzbarkeit eines Motors wird durch seine max. mechanischen/elektrischen Grenzen sowie die thermischen Grenzen bestimmt.

- Während die mechanischen/elektrischen Grenzen von den max. Werten der Belastung (M , n , U , I) bestimmt werden, ist für die thermische Auslegung der gesamte Verlauf der Belastung maßgeblich.
- Das thermische Modell des Motors beruht auf der Dauergrenzkennlinie (S1-Kennlinie).
- Der DSD simuliert mit einem genäherten Modell die thermische Auslastung und stellt sie im Kennlinienfeld dar.
- Bei längerem Betrieb mit kleinen Drehfeldfrequenzen in der Regelungsart SLVC oder VFC plus und bei Abweichungen zwischen tatsächlicher und optimaler Motorerregung kann sich der Motor stärker erwärmen.
 - Abhilfe: Antrieb mit größeren Reserven auslegen.
- Bei längerem Betrieb außerhalb der angezeigten S1-Kennlinie können höhere Ungenauigkeiten auftreten.
 - Abhilfe: Antrieb mit größeren Reserven auslegen.



Hinweis!

Das thermische Modell für den Betrieb am Frequenzumrichter wird aus dem gleichen Modell gewonnen wie für den Betrieb am Servoumrichter.

- Systembedingt kann es dadurch je nach Regelungsart (SC, SLVC, VFC plus) zu Abweichungen kommen.

11.4.4 Feldschwächung beim Wickelantrieb

Durch Ausnutzen der Feldschwächung lässt sich die Bemessungsleistung des Antriebs deutlich reduzieren. Je höher der Feldschwächfaktor, desto geringer die erforderliche Bemessungsleistung.

Um hohe Feldschwächfaktoren (bei nicht zu hohen max. Motordrehzahlen) realisieren zu können, sollten Motoren mit möglichst niedriger Bemessungsdrehzahl gewählt werden. Geeignet sind vierpolige Standard-Drehstrommotoren (z. B. in 29-Hz-Technik) ab BG 132.

Bei der Feldschwächung wird die Magnetisierung des Motors oberhalb der Bemessungsdrehzahl reduziert. Dadurch kann der Motor bei maximaler Spannung mit einer Drehzahl deutlich über der Bemessungsdrehzahl betrieben werden.

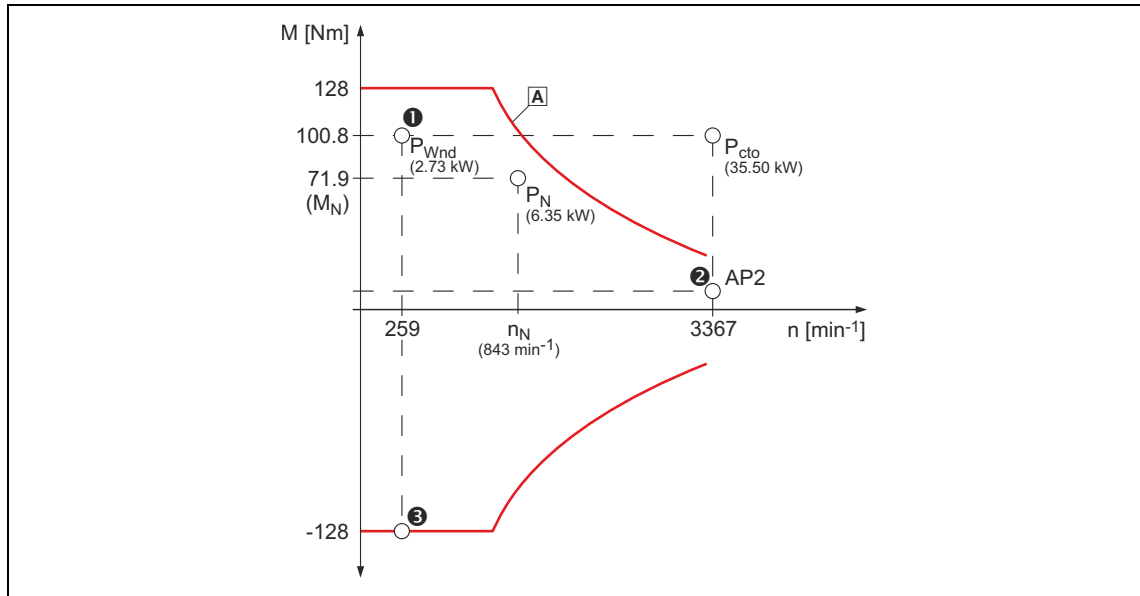
Die Leistung an der Motorwelle bleibt bis zu einem Feldschwächfaktor von ca. 1 : 1,5 bis 1 : 2 (abhängig vom Kippmoment) annähernd konstant. Bei höheren Faktoren nimmt die Leistung ab.

In der Praxis werden Asynchronmotoren für Zentrumswickler mit Feldschwächfaktoren bis 1 : 4, in besonderen Fällen sogar bis 1 : 5 betrieben. Bei einem Synchronmotor ist ein deutlich geringerer Feldschwächfaktor (max. 1 : 1,5) möglich. Dies ist am Verlauf der Motorkennlinie zu erkennen.

In DSD wird der Feldschwächfaktor mit dem Schieberegler in der Motortabelle angepasst. Bei Wicklern mit Asynchronmotoren ist die Lenze-Einstellung $k_f = 2$. Beim Verändern des Feldschwächfaktors werden Drehmoment-Drehzahl-Bedarf (blaue Kennlinie) und Auslastungswerte automatisch neu berechnet und in der Tabelle dargestellt. Der optimale Motor ist gefunden, wenn die Grenzkennlinie (rote Kennlinien) nicht überschritten wird. [Strategien zur Auslegung](#) (□ 213)

- Feldschwächfaktor k_f stets kleiner als das Wickelverhältnis q wählen:

$$k_f < q = \frac{d_{\max}}{d_{\min}}$$



[11-9] Kennlinie eines Wickelantriebs mit Feldschwächfaktor $k_f = 4$

Beschreibung	
A	Grenzkennlinie des Motors
1	Arbeitspunkt 1: Maximaler Durchmesser bei maximaler Geschwindigkeit
2	Arbeitspunkt 2: Minimaler Durchmesser bei maximaler Geschwindigkeit
3	Arbeitspunkt 3: Not-Halt bei maximalem Durchmesser und maximaler Geschwindigkeit
M_N	Bemessungsdrehmoment des Motors
n_N	Bemessungsdrehzahl des Motors
P_N	Bemessungsleistung des Motors
P_{Wnd}	Erforderliche Leistung des Wicklers
P_{cto}	Eckleistung des Motors

11.4.5 Thermische Auslastung

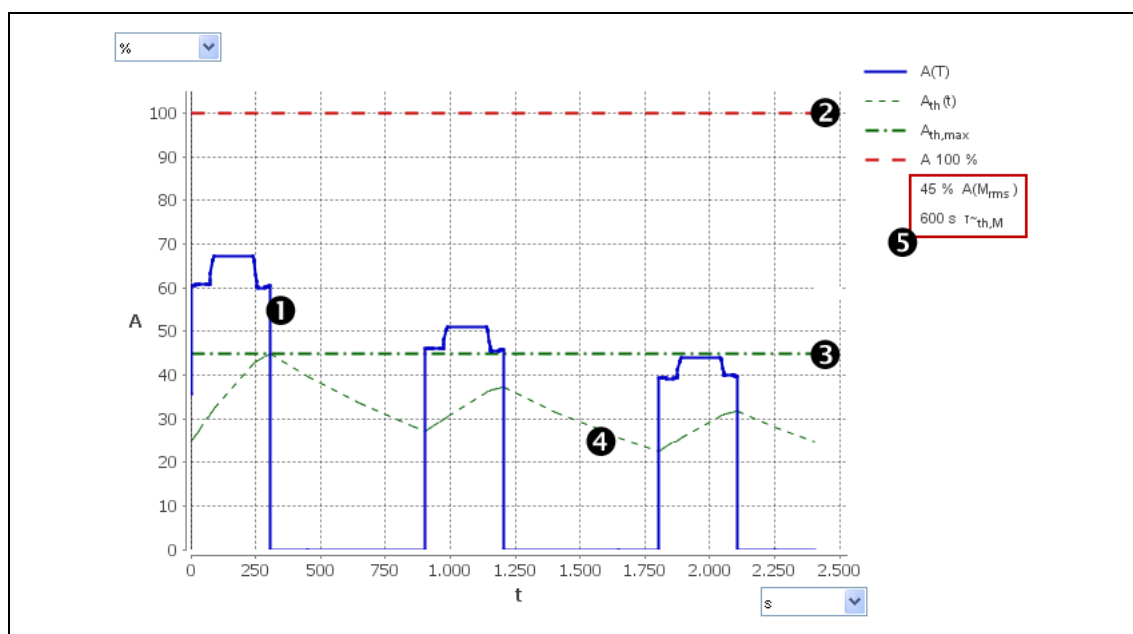
Für die Berechnung der thermischen Auslastung wird die Erwärmung im Motor mit einer PT1-Funktion nachgebildet.

Maßgebliche Größen für die thermische Auslastung $A_{th}(t)$:

- Auslastung des Getriebes über einen Zyklus.
 - Die Auslastung ergibt sich aus dem Verhältnis von momentanem Drehmomentwert $M(n(t))$ und dem dazugehörigen Wert $M_{S1}(n(t))$ aus der Dauerkennlinie
- Thermische Zeitkonstante des Motors.

$$A_{th}(t) = \left(\frac{M(n(t))}{M_{S1}(n(t))} \right)^2$$

[11-10] Berechnung der thermischen Auslastung des Motors über einen Zyklus



[11-11] Diagramm Motor: Thermische Auslastung

Beschreibung	
①	Momentane Auslastung
②	100-%-Auslastung • Bei Überschreiten dieser Grenze überhitzt der Motor.
③	Max. Wert der thermischen Auslastung
④	Thermische Auslastung • Simulierter Wert, berechnet mit der Zeitkonstanten des Motors.
⑤	Leistungsmerkmale • Die Leistungsmerkmale finden Sie auch in der Auswahltabelle. Auswahltabelle (340)

11.4.6 Lastabstimmungsfaktor

Der Lastabstimmungsfaktor ist für drehzahl- oder winkelgeregelte dynamische Beschleunigungsantriebe ein wichtiges Beurteilungskriterium.

- Der Lastabstimmungsfaktor ist das Verhältnis vom Lastträgheitsmoment (reduziert auf die Motorwelle) zum Trägheitsmoment des Motors:

$$k_J = \frac{J_L}{i^2 \cdot J_M}$$

- Der Lastabstimmungsfaktor k_J ist ein wichtiger Indikator für:
 - Beschleunigungsvermögen
 - Regelungsqualität bei drehzahl- oder winkelgeregelten Antrieben
 - Stabilitätsgrenzen der Regelung bei drehzahl- oder winkelgeregelten Antrieben
- Ein hoher k_J -Faktor ist bei drehmomentgesteuerten Systemen unkritisch.
- Bei kleinen k_J -Faktoren ist die Last nicht sehr dominant und der Motor hat bereits einen deutlichen Einfluss auf das Beschleunigungsvermögen des Antriebs.
 - Ein größerer Motor ist keine Lösung, denn dadurch wird die geforderte Dynamik ggf. nicht erreicht.
 - Lösungen sind entweder eine größere Getriebeübersetzung im Rahmen der Möglichkeiten (Maximaldrehzahl Motor und Getriebeantrieb beachten) oder der Einsatz von trägheitsarmen Motoren (z. B. Synchronmotoren, 120-Hz-Motoren).

DSD berechnet die auftretenden Lastabstimmungsfaktoren, d. h. die Fehlanpassung der Trägheitsmomente automatisch.

- Die berechneten Werte werden in den verschiedenen Masken als Vorschauwerte und nach Festlegung der Komponenten auch als Istwerte angezeigt und protokolliert.
- Abhängig von der Anwendung wird im DSD der Lastabstimmungsfaktor k_J fest vorgegeben:
 - Bei Anwendungen mit horizontaler Bewegungsrichtung ist $k_J = 20$ voreingestellt.
 - Bei Anwendungen mit vertikaler Bewegungsrichtung (Neigungswinkel $> 45^\circ$) ist $k_J = 50$ voreingestellt.
 - Der Lastabstimmungsfaktor ist nur beim drehzahlgeregelten/drehzahlgesteuerten Wickler-Regelungsverfahren von Bedeutung. Hierfür sind folgende Grenzwerte voreingestellt:
 $k_J = 500$ bei einem Riemenantrieb/Direktantrieb.
 $k_J = 100$ bei einem Verzahnungsgetriebe.
- Ist der Lastabstimmungsfaktor $k_J < 0.5$, so ist der Antrieb nicht mehr optimal abgestimmt.
 - In diesem Fall ist der Motor und nicht mehr die Last dominant (siehe Abb. [11-12](#)).
 - Für Beschleunigungsantriebe ist es dann günstiger, eine andere Übersetzung oder einen trägheitsärmeren Motor zu wählen.

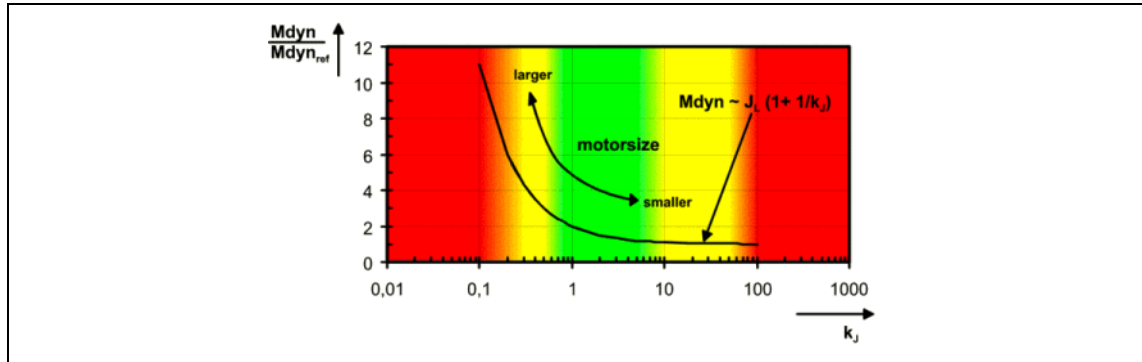


Hinweis!

- Für Beschleunigungsantriebe sind Lastabstimmungsfaktoren $k_J < 0.5$ ungünstig.
- Für quasistationäre Antriebe (Beschleunigungsmomente sind hier nicht dominant) sind Lastabstimmungsfaktoren $k_J < 0.5$ unkritisch.
 - Z. B. bei Antrieben in der Fördertechnik kann der Lastabstimmungsfaktor k_J deutlich unter 0.5 liegen.

11.4.6.1 Erforderliches Beschleunigungsmoment

Die folgende Abbildung zeigt das erforderliche relative Beschleunigungsmoment als Funktion des k_J -Faktors, wobei die mit Ampelfarben gewählte farbliche Darstellung einen groben Richtwert für optimale Systemeigenschaften von Bewegungsantrieben gibt.



[11-12] Erforderliches Beschleunigungsmoment als Funktion von k_J

- Bei größeren k_J -Faktoren wird die Last zunehmend dominanter in der Bilanz der Trägheitsmomente und ein größerer Motor verringert das Beschleunigungsvermögen nur geringfügig, bringt aber eine bessere Regelqualität und des Systems.
- Bei einem Lastabstimmungsfaktor von $k_J = 1$ wird die Antriebsgröße auf ein Minimum reduziert.

11.4.6.2 Faktoren für Stabilität und Qualität der Regelung

Die Stabilität und Qualität der Regelung hängt neben dem k_J -Faktor aber noch von weiteren Faktoren ab, z. B.:

- Zyklischer Lastwechsel (Vorzeichenwechsel im Drehmoment)
- Spiel in den mechanischen Übertragungselementen (z. B. Getriebe, Kupplung, Passfeder, Gelenkwelle, Kette)
- Elastizität in den mechanischen Übertragungselementen
- Anregung der mechanischen Eigenfrequenz der Anwendung
- Dämpfung der Übertragungselemente

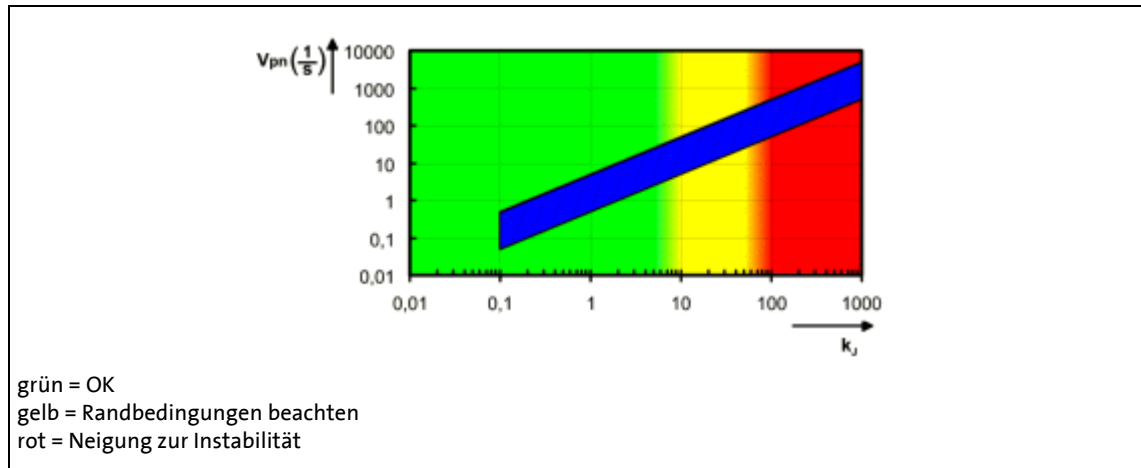


Hinweis!

DSD erzeugt eine Meldung, wenn ein auf die Anwendung abgestimmter k_J -Faktor im kritischen Bereich liegt.

11.4.6.3 Mögliche Drehzahlregler-Verstärkungsfaktoren

Die folgende Abbildung zeigt die theoretisch möglichen Drehzahlregler-Verstärkungsfaktoren bei zyklischen Lastwechseln (grobe Richtwerte):



[11-13] Theoretisch mögliche Drehzahlreglerverstärkungsfaktoren als Funktion von K_J (Richtwerte)

Aus regelungstechnischer Perspektive wird für ein großes Trägheitsmoment und somit auch einen großen k_J -Faktor ein hoher Verstärkungsfaktor V_p im Drehzahlregler benötigt.

- Wegen des Spiels und der Elastizität im Getriebe lassen sich mit Standardregelstrukturen nur bestimmte k_J -Faktoren regelungstechnisch erreichen.
 - Ein Überschreiten dieser Werte führt zu verminderter Regelqualität oder gar zu Instabilitäten, insbesondere bei zyklischen Lastwechseln.
 - Treten keine Lastwechsel auf, so verschiebt sich der stabile Regelbereich zu größeren k_J -Faktoren.

11.4.6.4 Antrieb mit hohem Lastabstimmungsfaktor optimieren

Bei drehzahl- oder winkelgeregelten Anwendungen mit zyklischen Lastwechseln lassen sich hohe Lastabstimmungsfaktoren k_J oft nicht vermeiden. Typische Anwendungen sind:

- Rundschalttische
- Pick- und Place-Anwendungen
- Taktende Wickler
- Positionier-Anwendungen

Mechanische Maßnahmen zur Optimierung

- Spielfreie oder spielarme mechanische Übertragung einsetzen. Zahnriemen sind wegen ihrer Dämpfungseigenschaften als Übertragungselement gut geeignet.
- Passfedern möglichst durch Spannelemente ersetzen.
- Verzahnungsgetriebe mit möglichst wenigen Stufen verwenden.

Elektrische Maßnahmen zur Optimierung

- Drehmomentvorsteuerung für dynamische Phasen.
- Gezielte Adaptierung, z. B. des Verstärkungsfaktors V_p im Drehzahlregler in Abhängigkeit der Trägheitsmomente, die wiederum auch variabel sein können.
- Drehzahlregler als P-Regler.
- Adaptierung Drehzahlwertfilter an Lastträgheitsmoment.
- Verwendung eines ruckarmen Bewegungsprofils, das nicht oder nur schwach anregend auf das schwingfähige System wirkt.
- Mechanische Eigenfrequenzen nicht anregen.

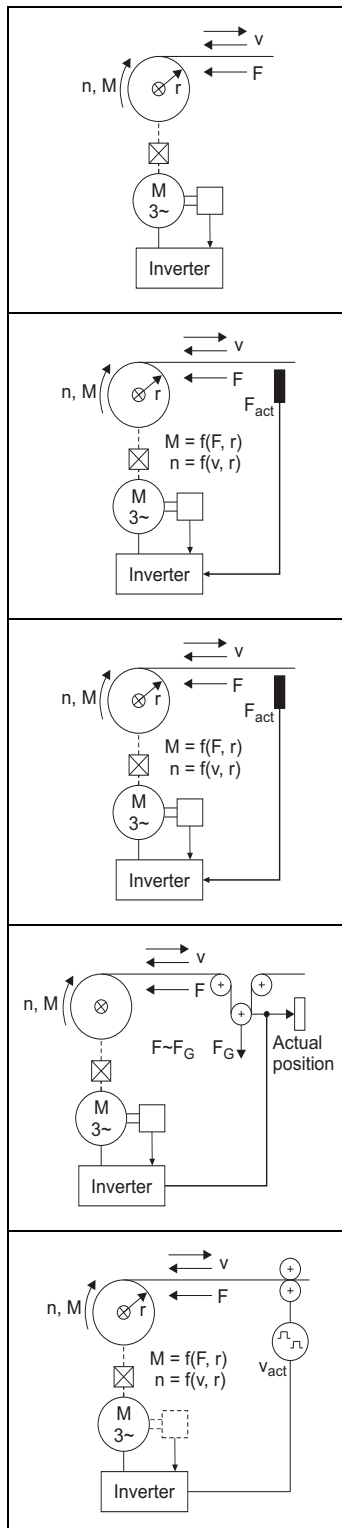


Hinweis!

Der im DSD vorab berechnete k_J -Faktor ist nur ein Richtwert und dient als Indikator für eine stabile Regelung.

- Bei ungünstigen mechanischen Übertragungselementen kann der k_J -Faktor kleiner sein.
- Den exakten Wert ermitteln Sie entweder durch einen Versuch an der Maschine oder durch eine Simulation der Anwendung. Für die Simulation benötigen Sie die erforderlichen Parameter.

11.4.6.5 Lastabstimmungsfaktor beim Wickelantrieb

Wickler-Regelungsverfahren: **Zugkraftsteuerung (M)**

- Motorregelung: Drehmomentsteuerung
- Einfluss von k_J : Nein

Wickler-Regelungsverfahren: **Zugkraftregelung (M)**

- Motorregelung: Drehmomentregelung
- Einfluss von k_J : Nein

Wickler-Regelungsverfahren: **Zugkraftregelung (n)**

- Motorregelung: Drehzahlregelung
- Einfluss von k_J : Groß

Wickler-Regelungsverfahren: **Tänzerlageregelung (n)**

- Motorregelung: Drehzahlregelung/Drehzahlsteuerung
- Einfluss von k_J : Groß

Wickler-Regelungsverfahren: **Geschwindigkeitsregelung (n)**

- Motorregelung: Drehzahlsteuerung/Drehzahlregelung
- Einfluss von k_J : Groß

Besonderheiten beim drehzahlgeregelten Wickelantrieb

Bei folgenden Anforderungen neigt ein drehzahlgeglter Wickelantrieb zu instabilem Verhalten:

- Wickelantrieb mit hohem Beschleunigungsanteil im Drehmoment
- Intermittierender Wickelbetrieb (häufiger Drehmomentwechsel) beim Abwickler oder Ab- und Aufwickler. Der kritische Wert für k_j ist deutlich kleiner als bei einem Antrieb ohne Drehmomentwechsel.

Folgende Maßnahmen unterstützen ein stabiles Regelverhalten:

- Präzise Drehzahl- und Drehmomentvorsteuerung
- Tänzereinfluss gering halten
- Filterzeitkonstante für Drehzahlwert anpassen
- Drehzahlreglerverstärkung an variabler Wicklermasse adaptieren
- Ruck der Liniengeschwindigkeit begrenzen (S-Kurve)
- Spielarme mechanische Übertragungselemente mit guten Dämpfungseigenschaften zwischen Motor- und Wickelwelle (z. B. Zahnriemen oder Direktantrieb)



Hinweis!

Verwenden Sie für eine gute Wickelperformance nur spielarme mechanische Übertragungselemente.

- Spielbehaftete mechanische Übertragungselemente (z. B. Verzahnungsgetriebe, Ketten, Gelenkwellen, Wickelwellenaufnahmen) können bereits bei niedrigem k_j -Faktor ein instabiles Regelverhalten verursachen.

Wickelballen können sehr viel Material aufnehmen, erreichen große Massen und hohe Trägheitsmomente. Dadurch kann sich für das Antriebssystem ein Lastabstimmungsfaktor k_j von bis zu 5000 ergeben.

- Beim drehzahlgeregelten/drehzahlgesteuerten Wickler-Regelungsverfahren generiert DSD eine Meldung, wenn der Lastabstimmungsfaktor k_j den Grenzwert überschreitet. Die Meldung wird im Auslegungsprotokoll ausgegeben. Voreingestellte Grenzwert:
 - $k_j = 500$ bei einem Riemenantrieb/Direktantrieb.
 - $k_j = 100$ bei einem Verzahnungsgetriebe.
- Der Anwender muss selbst beurteilen, welche Auswirkungen ein hoher Lastabstimmungsfaktor auf das Antriebssystem hat und welche Maßnahmen ggf. zu ergreifen sind.

Einfluss elastischer Wickelmaterialien bei drehzahlgeregelten Wickelsystemen

Materialbeschaffenheit und Materialführung des Wickelguts haben Einfluss auf Regelstabilität:

- Eine kurze und direkte Materialführung zwischen Wickelballen und Materialzugerfassung (Tänzer, Zugmessstation) und auch zum Festpunkt des Wicklers verbessern die Regelstabilität.
- Sehr dehnbare, elastische Wickelmaterialien erschweren die Regelstabilität, besonders in Verbindung mit größeren Distanzen zwischen Wickelballen und Festpunkt.

11.4.7 Radialkräfte/Axialkräfte

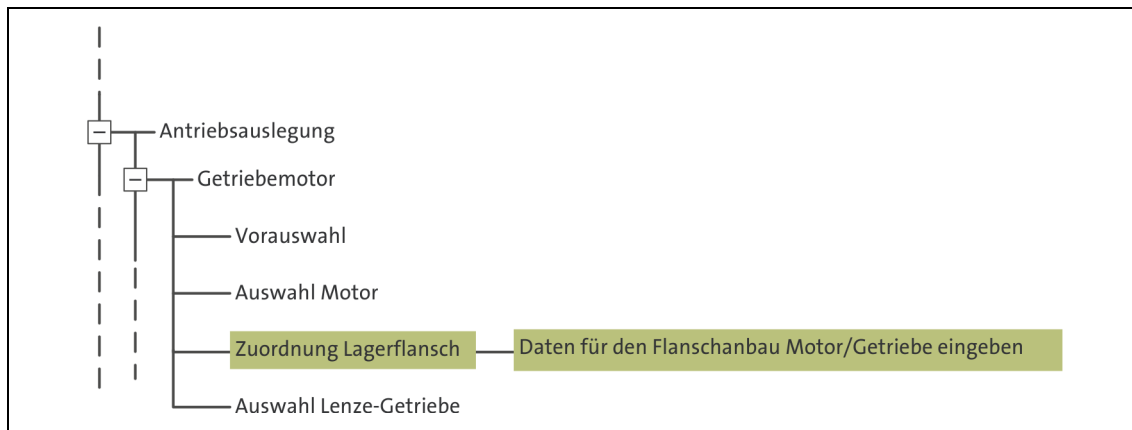
Abhängig von der mechanischen Konstruktion können radiale und axiale Kräfte auf die Motorwelle bzw. Abtriebswelle des Getriebes wirken. Belastungen aufgrund dieser Kräfte werden in DSD nicht geprüft und müssen manuell geprüft werden.

Siehe auch: ▶ [Radial- und Axialbelastungen der Motor- bzw. Getriebewelle](#) (📖 495)

11.5 Lagerflansch Anwendermotor zuordnen

Im Auslegungsschritt *Zuordnung Lagerflansch* nehmen Sie Einstellungen für den Flanschanbau an das Getriebe vor.

- Der Auslegungsschritt wird nur angezeigt, wenn ein Anwendermotor ausgewählt wurde.



[11-14] Einstellungen für den Anbau an das Getriebe

Der Lagerflansch des Anwendermotors entspricht entweder der Norm IEC 72 / DIN 42948 bzw. NEMA oder keiner Norm. Davon abhängig unterscheiden sich die Parameter im Auslegungsschritt *Zuordnung Lagerflansch*.

Norm	Parameter	Formelzeichen	Maßeinheit
IEC 72 / DIN 42948	Motor Baugröße	–	–
	Motor Flanschgröße	–	–
	Motor Bauform	–	–
NEMA	Motor Baugröße	–	–
Keine Norm	Motorwelle Durchmesser	d	mm
	Motorwelle minimale Länge	$l_{\min}$	mm
	Motorwelle maximale Länge	$l_{\max}$	mm
	Motor Flanschgröße	–	–

Zwischen Baugröße, Flanschgröße und Bauform bestehen feste Zuordnungen, die der DSD bei der Antriebsauslegung berücksichtigt.

- Achten Sie darauf, dass die eingegebenen Daten dem realen Motor entsprechen. Mit diesen Parametern prüft der DSD, ob der Lagerflansch zum Getriebe passt.

11.5.0.1 Motor Baugröße

Parameter	Beschreibung
	Auswahl der Baugröße nach IEC 72 / DIN 42948 oder NEMA • Auswahl ist abhängig von der Norm ▶ Anwendermotoren verwalten (449)

11.5.0.2 Motor Flanschgröße

Parameter	Beschreibung
	Auswahl der Flanschgröße nach IEC 72 / DIN 42948 oder nach keiner Norm ▶ Anwendermotoren verwalten (📖 449)

11.5.0.3 Motor Bauform

Parameter	Beschreibung
	Auswahl der Baugröße nach IEC 72 / DIN 42948 ▶ Anwendermotoren verwalten (📖 449)

11.5.0.4 Motorwelle Durchmesser

Parameter	Beschreibung
d	Durchmesser der Motorwelle

11.5.0.5 Motorwelle minimale Länge

Parameter	Beschreibung
$l_{\min}$	Minimale Länge der Motorwelle

11.5.0.6 Motorwelle maximale Länge

Parameter	Beschreibung
$l_{\max}$	Maximale Länge der Motorwelle

11.6 Auswahl mechanische Bremse

11.6.1 Auswahltable

Die Auswahltable stellt die Parameter der auswählbaren Bremsen dar.

- Hierbei ist zwischen Vorschauwerten und weiteren Parametern zu unterscheiden.
- Eine grundlegende Beschreibung der Auswahltable und Hilfsmittel für die schnelle Auswahl der geeigneten Komponente finden Sie hier:
 - ▶ [Aufbau der Auswahltabellen](#) (📖 36)
 - ▶ [Ergebnisse in Auswahltabellen sortieren und filtern](#) (📖 37)

Wählen Sie eine mechanische Bremse.

Bremsenausführung, mechanisch Applikationsbremse

Bremsenausführung, elektrisch Federkraftbremse

Bremsenbauform nicht einstellbar

Tabelle zurücksetzen Zeige alle

Baugröße	$M_{N,B}$ [Nm]	k_s	t_{brk} (Ms)
08	3,6	10	1,1
08	8,0	10	0,54

Hilfe Notiz erstellen Protokoll OK

Beschreibung der Parameter

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
Bremsenausführung, mechanisch			Bei den Federkraftbremsen für Drehstrommotoren wird unterschieden zwischen zwei mechanischen Bremsenausführungen: • Haltebremse • Federkraftbremse ohne Not-Stopp-Eigenschaften • Applikationsbremse • Federkraftbremse mit Not-Stopp-Eigenschaften
Bremsenausführung, elektrisch			Federkraft • Einscheibenbremsen mit zwei Reibflächen. Durch mehrere Druckfedern wird im stromlosen Zustand das Bremsmoment durch Reibschluss erzeugt. Das Lösen der Bremse erfolgt elektromagnetisch. Federkraft, Cold Brake • Federkraftbremse als Cold-Brake-Variante. Durch Absenkung des Haltestroms reduziert sich die Leistungsaufnahme der geöffneten Bremse. Da sich die Bremse weniger erwärmt, wird diese Variante als Cold Brake bezeichnet. In diesem Fall ist auch bei niedrigen Drehzahlen der Eigenlüfter zur Kühlung der Bremse ausreichend. Federkraft, übererregt • Durch Ansteuerung mit doppelter Bemessungsspannung wird die Bremsspule übererregt. • Vorteile: Die Trennzeit wird reduziert, die Bremse öffnet schneller, der Verschleiß des Reibbelags sinkt. • Besonders geeignet für Hebeanwendungen, daher nur in Kombination mit einer Bremse mit erhöhtem Bremsmoment erhältlich.
Bremsenbauform			Nicht einstellbar • Bauform N, Bremsmoment nicht einstellbar. LongLife • Verstärkte Bremsenmechanik für Anwendungen mit sehr hohen Schalthäufigkeiten.
Typ			Typenbezeichnung der Bremse Relevante Themen: ▶ Federkraftbremse (📖 367) ▶ Permanentmagnet-Haltebremse (📖 367)
Baugröße			Baugröße der Bremse
$M_{N,B}$	Nm	lbfft	Bemessungsbremsmoment der Bremse

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
k_S	%	%	Sicherheitsfaktor der Bremse • Der Sicherheitsfaktor wird berechnet aus dem Verhältnis von Bemessungs-Bremsmoment zu gefordertem Bremsmoment. • Das Ergebnis wird auf 10 begrenzt und angezeigt, auch wenn der berechnete Wert größer ist. • Der DSD prüft die Auslegung nur als Haltebremse! Mögliche Meldungen: ► Kennmoment/Auslegungsmoment < Sicherheitsfaktor Bremse (📖 535)
$t_{brk}^{\sim}(M_B)$	s	s	Theoretisch ermittelte Bremszeit • Für die Berechnung der tatsächlichen Bremszeit dürfen Sie diesen Wert nicht verwenden.

*Verwandte
Themen:*

- [Bremsentypen](#) (📖 366)
- [Diagramm Haltemoment](#) (📖 367)
- [Auslegungskriterien](#) (📖 369)

11.6.2 Bremsentypen

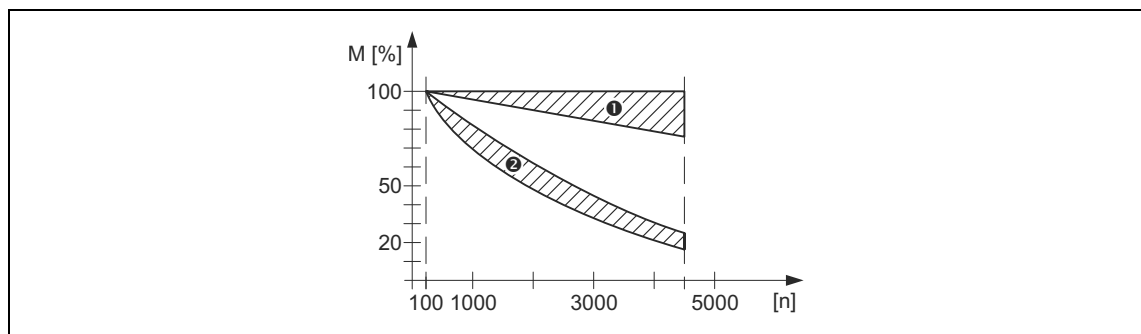
Für Lenze-Motoren gibt es zwei verschiedene Bremsentypen:

- Federkraftbremsen für Drehstrommotoren und Servomotoren.
- Permanentmagnet-Haltebremsen für Servomotoren.

Die Bremsen werden in ihrer Funktion folgendermaßen unterschieden:

Funktion	Bremung (Stillstand/Betriebsdrehzahl)	Zyklisch wiederkehrende Bremsung
Haltebremse ohne Not-Stopp-Eigenschaften • Nicht für Hubantriebe verwenden!	$n = 0$	nein
Haltebremse mit Not-Stopp-Eigenschaften • Für Hubantriebe keine Permanentmagnet-Haltebremse verwenden!	$n = n_{\max}$	nein
Betriebsbremse • Auslegung in DSD nicht möglich.	$n = n_{\max}$	ja

Das folgende Diagramm zeigt die Bremsendrehmomente von Federkraftbremsen und Permanentmagnet-Haltebremsen in Abhängigkeit der Motordrehzahl.



[11-15] Diagramm Federkraftbremse und Permanentmagnet-Haltebremse: Bremsendrehmoment in Abhängigkeit der Drehzahl des Motors

Beschreibung	
❶	Federkraftbremse
❷	Permanentmagnet-Haltebremse
M	Bremsendrehmoment [%] • Das Bemessungsdrehmoment ($100\% = M_N$) gilt bei $n = 100 \text{ min}^{-1}$
n	Drehzahl des Motors

11.6.2.1 Federkraftbremse

Drehstrommotoren können mit einer Federkraftbremse ausgestattet werden. Nach dem Abschalten der Versorgungsspannung wird die Federkraftbremse aktiv (Ruhestromprinzip). Zur optimalen Anpassung an die Anwendung sind für jede Motorbaugröße mehrere Bremsmomente und Ansteuervarianten verfügbar. Bremsen in der LongLife-Ausführung haben eine verstärkte Bremsenmechanik und eignen sich für Anwendungen mit sehr hohen Schalthäufigkeiten.

Kürzeste Schaltzeiten der Bremse werden durch gleichstromseitiges Schalten der Spannung erreicht. Zur Funkentstörung und zur Erhöhung der Lebensdauer der Relaiskontakte ist ein Funkenlöschglied erforderlich.

- Servo-Asynchronmotoren der Baureihe MQA sind mit Federkraftbremsen konfigurierbar.
 - Pro Motorbaugröße können Sie in der Regel zwischen zwei Bremsen unterschiedlicher Baugröße wählen. Diese Auswahl ist aber nicht immer möglich.
- Drehstrommotoren sind mit Federkraftbremsen konfigurierbar.
 - In der Regel können Sie für eine Motorbaugröße zwischen zwei Bremsen unterschiedlicher Baugröße wählen. Diese Auswahl ist aber nicht immer möglich.

11.6.2.2 Permanentmagnet-Haltebremse

Permanentmagnet-Haltebremsen sind spielfrei und können auch den stromlosen Antrieb in einer definierten Position halten. Nach dem Abschalten der Versorgungsspannung wird die Permanentmagnet-Haltebremse aktiv (Ruhestromprinzip).

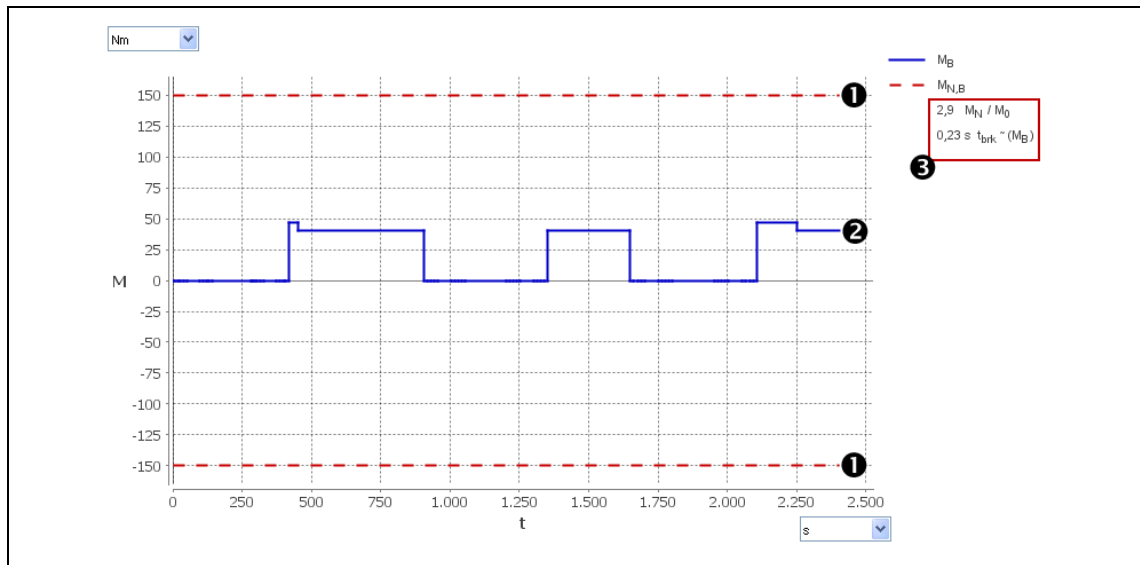
Kürzeste Schaltzeiten der Bremse werden durch gleichstromseitiges Schalten der Spannung erreicht. Zur Funkentstörung und zur Erhöhung der Lebensdauer der Relaiskontakte ist ein Funkenlöschglied erforderlich.

Oberflächenbelüftete Servomotoren (IP 54) sind mit Permanentmagnet-Haltebremsen ausgerüstet.

- Für Motoren der Reihe MCS werden zwei Bremsentypen (bei MCS 06/19 nur ein Typ) mit unterschiedlicher Baugröße angeboten, um für unterschiedliche Anwendungen das erforderliche Bremsmoment aufbringen zu können.
- Für Motoren der Reihe MCA wird nur eine Baugröße pro Motor angeboten.
- Muss z. B. für einen Hubantrieb der Sicherheitsfaktor vergrößert werden, können Sie einen größeren Motor wählen, um eine größere Bremse anzubauen zu können.

11.6.3 Diagramm Haltemoment

Klicken Sie in der Skizze unter dem Motorbild auf die Schaltfläche zum Aufruf der Diagramme. Klicken Sie auf die Schaltfläche M_{BRK} , um das Diagramm anzuzeigen.



[11-16] Diagramm Motor: Haltemoment mechanische Bremse

Beschreibung	
❶	Bemessungs-Haltemoment der Bremse
❷	Momentanes Haltemoment der Bremse • Bedarf der Anwendung
❸	Leistungsmerkmale • Die Leistungsmerkmale finden Sie auch in der Auswahltabelle. Auswahltabelle (363)

11.6.4 Auslegungskriterien



Gefahr!

Abstürzende Lasten bei Vertikalförderern (Winkel $> 45^\circ$) wie z. B. Hubantrieben.

In DSD können Sie keine Betriebsbremsen, sondern nur Haltebremsen auslegen.

Schutzmaßnahmen:

- Für eine sichere Funktion der Bremse alle erforderlichen Prüfungen manuell durchführen.
- Bremsen für Vertikalförderer mit einem Sicherheitsfaktor ≥ 2 auslegen.
- Niemals eine Permanentmagnet-Haltebremse für Vertikalförderer verwenden. Sie kann nicht sicher bremsen, weil sich das Bremsdrehmoment bei höheren Drehzahlen wesentlich reduziert.
- Entweder eine zusätzliche Bremseinrichtung außerhalb des Motors oder einen Motor mit Federkraftbremse verwenden, um die notwendige Sicherheit zu gewährleisten.

Bei der Auslegung der Motorbremse als Haltebremse werden folgende Parameter berücksichtigt:

- Trägheitsmoment der Bremse
- Haltemoment
- Sicherheitsfaktor
- Elektrischer Anschluss
- Baubarkeit am Motor

Nicht berücksichtigt werden:

- Doppelbremsen
- Schaltzeiten
- Thermische Auslegung bei zyklischen Bremsungen
 - Betriebsbremse: Verschleißberechnung bei Betriebsbremsung und Not-Stopp.

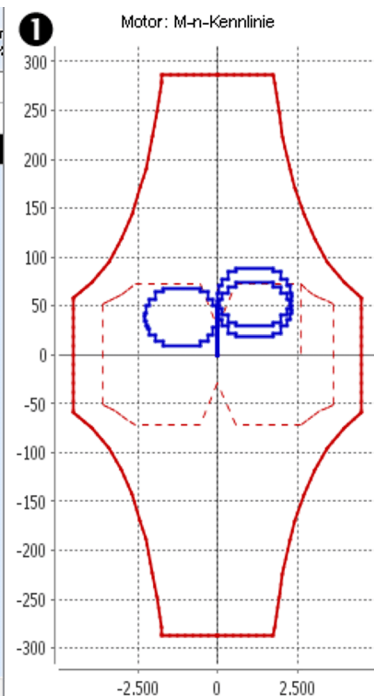
11.7 Auswahl Lenze-Getriebe

11.7.1 Auswahltable

Die Getriebe-Auswahltable stellt die Parameter der gewählten Getriebe, Vorschauwerte sowie einige wichtige Parameter des Gesamtsystems dar.

- Eine grundlegende Beschreibung der Auswahltable und Hilfsmittel für die schnelle Auswahl der geeigneten Komponente finden Sie hier:
 - ▶ [Aufbau der Auswahltabellen](#) (36)
 - ▶ [Ergebnisse in Auswahltabellen sortieren und filtern](#) (37)

Getriebe	N_G	$M_{per,0}$ [Nm]	$A^* (M_{max})$ [%]	$A^* (M_{eq})$ [%]	$A^* (\eta)$ [%]
GKS07	3	470	141	100	
GKS07	3	725	92	65	
GKS07	3	800	83	59	



Beschreibung	
①	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Motors.
—	Gemessene bzw. simulierte Grenzkennlinie des Motors.
.....	Ersatz der Grenzkennlinie des Motors. • Nicht für alle Motoren liegen gemessene bzw. simulierte Kennlinien vor.
- - -	S1-Kennlinie des Motors. • Senkrechter Verlauf: Bemessungsdrehzahl Motor.
—	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Bedarfs der Anwendung.

Beschreibung der Parameter

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
$\tilde{A}(M_{\max})$	%	%	Vorab berechnete Auslastung, bezogen auf das maximale Antriebsdrehmoment. • Prüfung in Hinblick auf die Kurzzeitfestigkeit des Getriebes. • Überschreitet dieser Wert 100 %, so kann dies zur Zerstörung des Getriebes führen! Relevante Themen: ► Prüfung der Drehmomentbelastung (📖 374) Mögliche Meldungen: ► Auslastung > yyy %, bezogen auf das max. Drehmoment (📖 517)
$\tilde{A}(M_{\text{eq}})$	%	%	Vorab berechnete Auslastung, bezogen auf das äquivalente Drehmoment. • Gibt einen Anhaltspunkt hinsichtlich der Dauerfestigkeit des Getriebes. Relevante Themen: ► Prüfung der Drehmomentbelastung (📖 374) Mögliche Meldungen: ► Auslastung > 100 %, bezogen auf das äquivalente Drehmoment (📖 517)
$\tilde{A}(n_{\max})$	%	%	Vorab berechnete Auslastung, bezogen auf die maximale Drehzahl. • Auslastung des Getriebes in Bezug auf die kurzfristig mögliche maximale Drehzahl. • Überschreitet dieser Wert 100 %, so ist ein Betrieb nicht möglich (Zerstörung). Relevante Themen: ► Prüfung der Drehmomentbelastung (📖 374) Mögliche Meldungen: ► Auslastung > 100 %, bezogen auf die max. Drehzahl (📖 518)
$\tilde{A}_{\text{th,G}}(n_{\text{av}})$	%	%	Vorab berechnete thermische Auslastung des Getriebes, bezogen auf die mittlere Drehzahl. Relevante Themen: ► Thermische Auslastung (📖 379) Mögliche Meldungen: ► Auslastung > 100 %, bezogen auf die thermische Drehzahl (📖 518)
k_f			Faktor der Feldschwächung des Motors • Gibt an, inwieweit der Motor durch die Wahl der Übersetzung in die Feldschwächung gefahren wird. • $k_f < 1$: Der Motor wird nur im Grundstellbereich betrieben. Relevante Themen: ► Auswahl Motor (📖 340)
Getriebe			Getriebetyp • Anzeige eines Teils des Typenschlüssels, bestehend aus Getriebetyp und Ausführung.
BG			Baugröße
N_G			Stufenzahl des Getriebes
$i_{\text{act,G}}$			Ist-Übersetzung des Getriebes

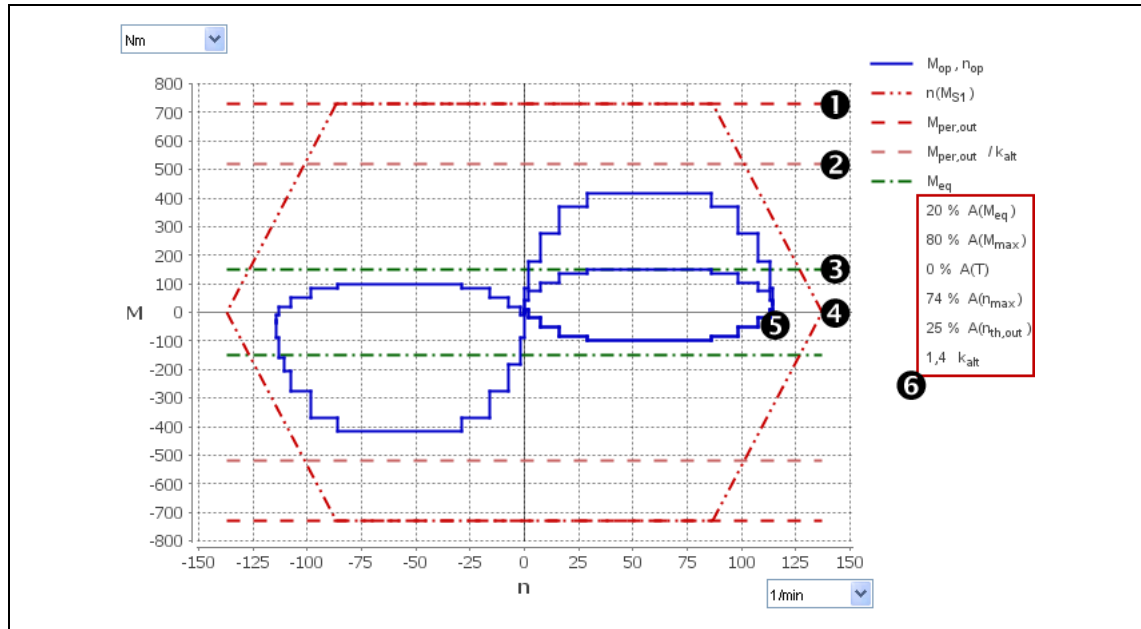
Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
$M_{per,out}$	Nm	lbfft	Bemessungsdrehmoment des Getriebes auf der Abtriebsseite
$c^{\sim}$			Belastbarkeit • Verhältnis vom zulässigen Bemessungsmoment des Getriebes zum gelieferten Bemessungsmoment der Motor-Getriebe-Kombination.
$A_{th,M}^{\sim}(M_{rms})$	%	%	Vorab berechnete thermische Auslastung des Motors, bezogen auf das effektive Drehmoment • Gibt an, inwieweit der Motor durch die Auswahl der Getriebeübersetzung thermisch belastet wird.
			Relevante Themen: ▶ Auswahl Motor (📖 340)
			Mögliche Meldungen: ▶ Auslastung > 100 %, bezogen auf das effektive Drehmoment (📖 522)
$k_j^{\sim}$			Vorab berechneter Lastabstimmfaktor des Motors. • Der sich mit der gewählten Übersetzung ergebende Lastabstimmungsfaktor.
			Relevante Themen: ▶ Lastabstimmungsfaktor (📖 354)
			Mögliche Meldungen: ▶ Max. Fehlanpassung ist größer als zulässige Fehlanpassung (📖 523)
$P_{th,av,M}$	kW	kW	Mittlere Verlustleistung des Motors
$i_{req,K}$			Soll-Übersetzung des zusätzlichen Antriebselements
$i^{\sim}$			Vorab berechnete gesamte Übersetzung des Lenze-Getriebes (G) und des zusätzlichen Antriebselements (K)

Verwandte Themen:

- ▶ [Prüfung der Drehmomentbelastung](#) (📖 374)
- ▶ [Prüfung der Drehzahlbelastung](#) (📖 378)
- ▶ [Radial- und Axialkräfte](#) (📖 378)
- ▶ [Thermische Auslastung](#) (📖 379)

11.7.2 Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie

Die Kennlinie zeigt den Drehzahl- und Drehmomentbedarf an der Abtriebsseite des Getriebes und die zugehörigen Grenzwerte:



[11-17] Getriebe: M-n-Kennlinie (Abtrieb)

Beschreibung	
1	Max. zulässiges Drehmoment Dieses Drehmoment darf in keinem Fall überschritten werden, auch nicht kurzfristig. Die Lebensdauer beträgt hier nur $< 10^3$ Lastspiele.
2	Zulässiges Drehmoment bei Wechsellast - Das zulässige Drehmoment ist abhängig von der Wechsellast der eingegebenen Belastung. - Bei Planetengetrieben ist der Wechsellastfaktor k_{alt} immer 1.0. ► Wechsellast und Schwelllast bei Verzahnungsgetrieben (376)
3	Äquivalentes Drehmoment Das äquivalente Drehmoment bildet eine Ersatzgröße für sporadisch auftretende Vorgänge hinsichtlich der Festigkeit des Getriebes. Diese Größe ist für zyklische Vorgänge nachrangig.
4	Dauerkennlinie - Grenzkennlinie für die Drehzahl, die das Getriebe dauerhaft (bei einem vorgegebenen Drehmoment) übertragen kann, ohne zu überhitzen. - Die Dauerkennlinie wird von den Umgebungsbedingungen, der Einbaulage und der mittleren täglichen Einschaltdauer beeinflusst. Die Definition der Dauerkennlinie entspricht der Betriebsart S1 und ist angelehnt an die IEC 60034-1.
5	Bedarf der Anwendung - Die gesamte Kennlinie muss sich innerhalb der aus der statischen Festigkeit definierten $2 \times M_{per,out}$ und der kurzzeitig zulässigen max Drehzahl bewegen. - Drehmomente oberhalb des Dauerdrehmoments $M_{per,out}$ sind nur sporadisch und nicht für einen dauernden zyklischen Betrieb zulässig.
6	Leistungsmerkmale - Die Leistungsmerkmale finden Sie auch in der Auswahltabelle. ► Auswahltabelle (370)

11.8 Auslegungskriterien für das Lenze-Getriebe

11.8.1 Prüfung der Drehmomentbelastung

Die Drehmomentbelastung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Lebensdauer des Getriebes. Die Belastung wird bei der Auslegung berücksichtigt.

- DSD berechnet die Zeitfestigkeit nach der Wöhlerkennlinie.
[Belastungsprüfung nach der Wöhlerkennlinie](#) (📖 374)
- DSD berechnet Wechsellasten, die bei einer Drehmomentumkehr auftreten.
[Wechsellast und Schwelllast bei Verzahnungsgetrieben](#) (📖 376)

11.8.1.1 Belastungsprüfung nach der Wöhlerkennlinie

Die Wöhlerkennlinie beschreibt die "statische Festigkeit", die "Zeitfestigkeit" und die "Dauerfestigkeit" von Verzahnungsgetrieben.

Statische Festigkeit

- Liegt die Anzahl der Lastspiele unter 1000, kann das Drehmoment der statischen Festigkeit ausgenutzt werden.
- Im DSD definierte Grenzen der statischen Festigkeit:
 - $2 \times M_{\text{per,out}}$ (Bemessungsdrehmoment) bei Stirnradgetriebe, Flachgetriebe, Kegelradgetriebe, Kegelstirnradgetriebe, Stirnrad-Schneckengetriebe.
 - $1.6 \times M_{\text{per,out}}$ (Bemessungsdrehmoment) bei Planetengetriebe.

Dauerfestigkeit

- Das Drehmoment übersteigt nicht $M_{\text{per,out}}$.
- Die Lebensdauer wird nicht durch die Anzahl der Lastspiele begrenzt.

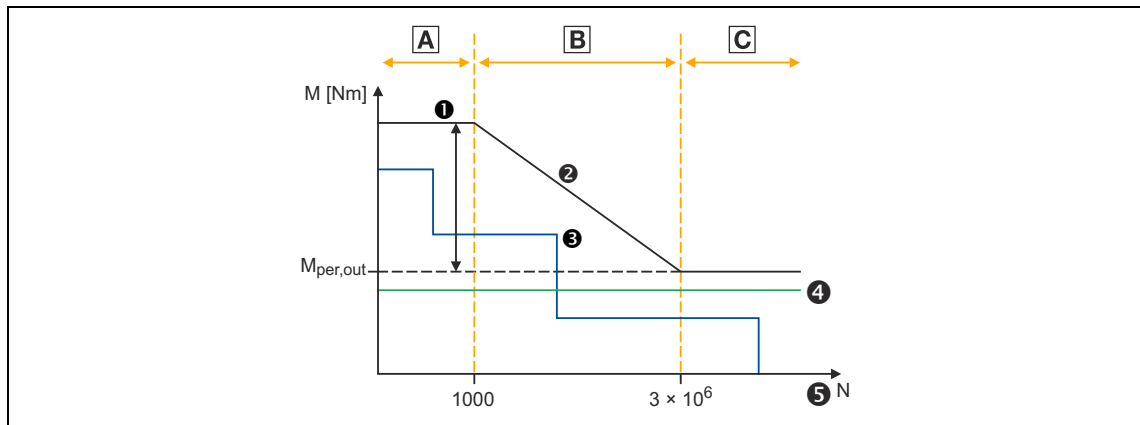
Zeitfestigkeit

- Das Drehmoment darf $> M_{\text{per,out}}$ sein, jedoch nicht beliebig oft.
- Die Lebensdauer liegt je nach Belastung zwischen 10^3 und 3×10^6 Lastspielen.
- Jeder Betrieb im Bereich der statischen Festigkeit und der Zeitfestigkeit schädigt das Getriebe. Bei Erreichen einer entsprechend großen Anzahl Lastspiele sind massive Schäden möglich (z. B. Zahn- oder Wellenbrüche).
- DSD führt eine Zeitfestigkeitsberechnung auf Grundlage der Wöhlerkennlinie durch.
 - Über die angefahrenen Punkte des Bewegungsprofils wird eine theoretische Schädigung der Getriebeverzahnung berechnet. Dann wird mit der täglichen Einschaltdauer die theoretische Schädigung nach fünf Jahren ermittelt.
 - Diese Prüfung ist pauschal aber sicher.



Hinweis!

Wenden Sie sich an Ihren Lenze-Vertrieb, wenn das Ergebnis der Zeitfestigkeitsberechnung negativ ausfällt. Anhand des DSD-Projekts können Lenze-Fachleute eine genaue Prüfung durchführen.



[11-18] Wöhlerkennlinie (Belastung über Lastspielzahl)

Beschreibung	
A	Statische Festigkeit
B	Zeitfestigkeit
C	Dauerfestigkeit
1	Drehmoment zur Berechnung der Kurzzeitfestigkeit • 2-faches Drehmoment bei Stirnradgetriebe, Flachgetriebe, Kegelradgetriebe, Kegelstirnradgetriebe, Stirnrad-Schneckengetriebe. • 1.6-faches Drehmoment bei Planetengetriebe.
2	Wöhlerkennlinie: Grenzkennlinie zur Beurteilung der Belastung
3	Drehmomentlastkollektiv
4	Äquivalentes Drehmoment
5	Anzahl Lastspiele
$M_{per,out}$	Abtriebsseitiges Bemessungsdrehmoment

Die statische Festigkeit und Dauerfestigkeit werden abhängig von der Charakteristik des Bewegungsprofils im DSD unterschiedlich berechnet.

- Beim frei definierten Bewegungsprofil wird bei der Berechnung das aktuelle Drehmomentprofil gegen das max. Drehmoment ($2 \times M_{per,out}$ bzw. $1.6 \times M_{per,out}$) und gegen das Bemessungsdrehmoment $M_{per,out}$ geprüft.
- Das äquivalente Drehmoment wird auf Grundlage des Bewegungsprofils berechnet.
 - Das äquivalente Drehmoment bezieht sich auf das Bemessungsdrehmoment $M_{per,out}$ und drückt die Beanspruchung der Getriebelager aus, auch wenn das Getriebe in Bezug auf die Verzahnung im dauerfesten Bereich betrieben wird.
- Die Berechnung der Zeitfestigkeit erfolgt nur, wenn die Getriebeverzahnung in der Zeitfestigkeit betrieben wird (d. h. oberhalb des zulässigen Abtriebsdrehmoments).
 - Bei einem Wert $< 100 \%$ liegt der Verschleiß im zulässigen Bereich. Das Getriebe hält den Belastungen min. fünf Jahre stand.
 - Bei einem Wert $> 100 \%$ liegt der Verschleiß wahrscheinlich im unzulässigen Bereich. Das Getriebe hält den Belastungen wahrscheinlich keine fünf Jahre stand.
- Ein wechselndes Drehmoment an der Verzahnung wird als Wechsellast bezeichnet und belastet das Getriebe stärker als ein nicht wechselndes Drehmoment (z. B. bei einem Hubwerkantrieb).
 - Bei einer Antriebsauslegung mit frei definiertem Bewegungsprofil wird automatisch ein Wechsellastfaktor berechnet. Bei der Prüfung der statischen Festigkeit und bei der Berechnung der Zeitfestigkeit wird dieser Faktor berücksichtigt. Das erforderliche Drehmoment wird dabei mit einem Wert von 1 ... 1.4 multipliziert.

11.8.1.2 Wechsellast und Schwelllast bei Verzahnungsgetrieben

Bei einer Drehmomentumkehr (Vorzeichenwechsel) wird das Getriebe mit Wechsellast betrieben. Bei einer periodischen Wechsellast (häufig, regelmäßig) wird das max. zulässige Drehmoment $M_{\max, \text{out}}$ mit dem Wechsellastfaktor k_{alt} bewertet.

Wechsellasten werden im DSD berechnet und bei der Getriebeauslegung berücksichtigt.

Ohne die Berücksichtigung einer Wechsellast würde das Getriebe in der Zeitfestigkeit betrieben. Bei einer hochdynamischen Anwendung mit einer Zykluszeit von 1 s hätte das Getriebe bereits nach weniger als 1000 h Betriebszeit das Ende der Zeitfestigkeit erreicht.

Wechsellast ist bei Planetengetrieben systembedingt unbedeutend und muss bei der Antriebsauslegung nicht berücksichtigt werden.

Berechnung der Wechsellast

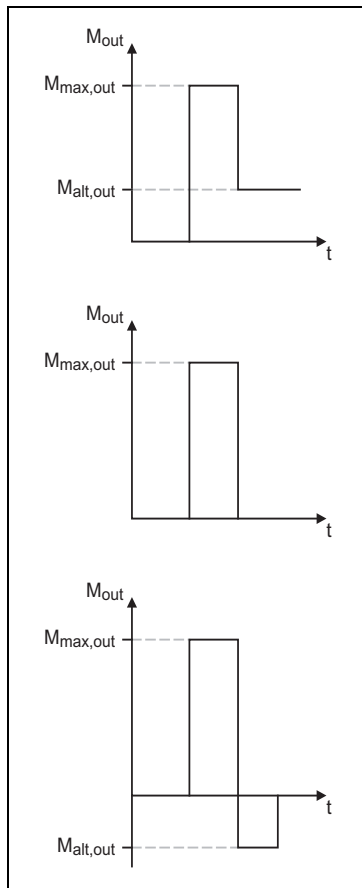
$M_{\max, \text{out}} \leq \frac{M_{\text{per, out}}}{k_{\text{alt}}}$ $k_{\text{alt}} = 1 + 0.4 \cdot \frac{ M_{\text{alt, out}} }{ M_{\max, \text{out}} }$	
$M_{\max, \text{out}}$	Max. zulässiges Drehmoment abtriebsseitig
$M_{\text{alt, out}}$	Max. Drehmoment abtriebsseitig in Gegenrichtung zu $M_{\max, \text{out}}$ ($ M_{\text{alt, out}} \leq M_{\max, \text{out}} $)
$M_{\text{per, out}}$	Bemessungsdrehmoment abtriebsseitig
k_{alt}	Wechsellastfaktor

[11-19] Berechnung der Wechsellast

Wechselast oder Schwellast?

Je nach Intensität der periodisch auftretenden Wechselast liegt der Wechselastfaktor k_{alt} im Bereich von 1 ... 1.4.

- Bei symmetrischer Wechselast $M_{alt,out} = M_{max,out}$ beträgt der Wechselastfaktor $k_{alt} = 1.4$.
- Eine wechselnde Belastung ohne Vorzeichenwechsel (keine Drehmomentumkehr) ist eine Schwellast. Bei Schwellast ist der Wechselastfaktor $k_{alt} = 1$.



- Schwellast
 - Das Drehmoment wechselt zwischen 2 Werten ohne Vorzeichenwechsel
 - Wechselastfaktor $k_{alt} = 1$
- Schwellast
 - Das Drehmoment wechselt von 0 auf den max. Wert ohne Vorzeichenwechsel
 - Wechselastfaktor $k_{alt} = 1$
- Wechselast
 - Drehmomentumkehr, mit Vorzeichenwechsel
 - Wechselastfaktor $k_{alt} > 1$ (hier ca. 1.13)

[11-20] Unterschiedliche Drehmomentverläufe an der Abtriebsseite des Getriebes

Typische Anwendungen mit Wechsellast

Betroffen sind Anwendungen, bei denen über das Bewegungsprofil eine Drehmomentumkehr mit Vorzeichenwechsel erzeugt werden kann. In der Praxis lassen sich diese Anwendungen aber recht gut eingrenzen.

Die in der Tabelle genannten Anwendungen können mit dem DSD ausgelegt werden.

Anwendung	Info
Motion-Anwendungen	Im Prinzip sind alle Motion-Anwendungen (Radantrieb, Riemenantrieb, Zahnstangenantrieb, Spindelantrieb, Drehtischantrieb, Hubantrieb mit Gegengewicht, allgemeiner rotatorischer Antrieb mit Bewegungsprofil) betroffen, unabhängig davon, ob diese mit Frequenzumrichtern oder Servoumrichtern betrieben werden. Hierbei tritt in der Regel immer ein Vorzeichenwechsel beim abtriebsseitigen Drehmoment auf.

Typische Anwendungen ohne Wechsellast

Bei folgenden Anwendungen ist ein Betrieb mit Wechsellast unwahrscheinlich.

Anwendung	Info
Hubantrieb ohne Gegengewicht	Bei seilgeführten Hubantrieben ohne Gegengewicht tritt keine periodische Wechsellast auf. Es kann nur Schwelllast auftreten.
Stetigförderer	Bei Stetigförderern tritt keine periodische Wechsellast auf. Es kann nur Schwelllast auftreten.
Pumpe, Lüfter	Bei Pumpen und Lüftern tritt keine periodische Wechsellast auf. Es kann nur Schwelllast auftreten.
Gleichlaufantrieb	Gleichlaufantriebe sind im Allgemeinen quasistationäre Antriebe. Dabei tritt keine periodische Wechsellast auf. Es tritt in der Regel nur Schwelllast auf, es sei denn, diese Antriebe werden im intermittierenden Betrieb gefahren.

11.8.2 Prüfung der Drehzahlbelastung

DSD prüft das Getriebe hinsichtlich seiner Drehzahlbelastung.

- Für alle Getriebe bzw. Getriebe-Motor-Kombinationen wird die max. Antriebsdrehzahl und die mittlere Abtriebsdrehzahl geprüft.
 - Die Auslegung des Getriebes lässt sich am Besten anhand des Drehzahl-Drehmoment-Diagramms beurteilen.
 - Bei dynamischen Anforderungen an Getriebemotoren sind für diese Kombinationen bestimmte zusätzliche Prüfungen erforderlich. Unter Berücksichtigung der thermischen Belastung kann ein Getriebe kurzfristig mit hohen Drehzahlen betrieben werden.
- Hinsichtlich der thermischen Belastung führt DSD diese Prüfungen durch.

11.8.3 Radial- und Axialkräfte

Abhängig von der mechanischen Konstruktion können radiale und axiale Kräfte auf die Motorwelle bzw. Abtriebswelle des Getriebes wirken. Belastungen aufgrund dieser Kräfte werden in DSD nicht geprüft.

Siehe auch: [► Radial- und Axialbelastungen der Motor- bzw. Getriebewelle \(📖 495\)](#)

11.8.4 Thermische Auslastung

Die Erwärmung des Getriebes ist abhängig von Drehzahl, Drehmoment, Aufstellhöhe, Umgebungstemperatur, Einbaulage und Schmiermittel.

- Die thermische Auslastung des Getriebes über einen Zyklus ergibt sich aus dem Verhältnis von momentanem Drehzahlwert $n(t)$ und dazugehörigem Wert $n(M_{S1}(t))$ aus der M-n-Kennlinie. [Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie](#) (373)
- Mit einem PT1-Glied (thermische Zeitkonstante $\tau = 15 \text{ min}$) wird anschließend der max. Wert der Auslastung bestimmt.

$$A_{th}(t) = \frac{n(M(t))}{n(M_{S1}(t))}$$

[11-21] Berechnung der thermischen Auslastung des Getriebes über einen Zyklus

11.8.4.1 Schmiermittel

Die thermische Belastung des Getriebes ist auch abhängig vom verwendeten Schmiermittel. DSD berücksichtigt das Schmiermittel bei der Ermittlung der thermischen Auslastung.

- Planetengetriebe verfügen über eine Fettschmierung.
- Bei Stirnradgetrieben, Flachgetrieben, Kegelradgetrieben, Kegelstirnradgetrieben, Stirnrad-Schneckengetrieben wird Getriebeöl verwendet.

Getriebeöl

Im Gegensatz zu mineralischen Ölen sind synthetische Öle temperaturstabiler, leistungsfähiger und haben einen größeren Viskositätsbereich. Ein Getriebe mit synthetischem Öl kann thermisch höher belastet werden, als ein Getriebe mit mineralischem Öl.

DSD ermittelt die thermische Auslastung des Getriebes in zwei Stufen:

1. Auslastung bei Verwendung von mineralischem Öl.
 - Bei Überschreiten der Grenzwerte meldet DSD, dass das Getriebe mit synthetischem Öl weiter betrieben werden kann.
2. Auslastung bei Verwendung von synthetischem Öl.
 - Bei Überschreiten der Grenzwerte meldet DSD, dass das Getriebe überlastet ist.

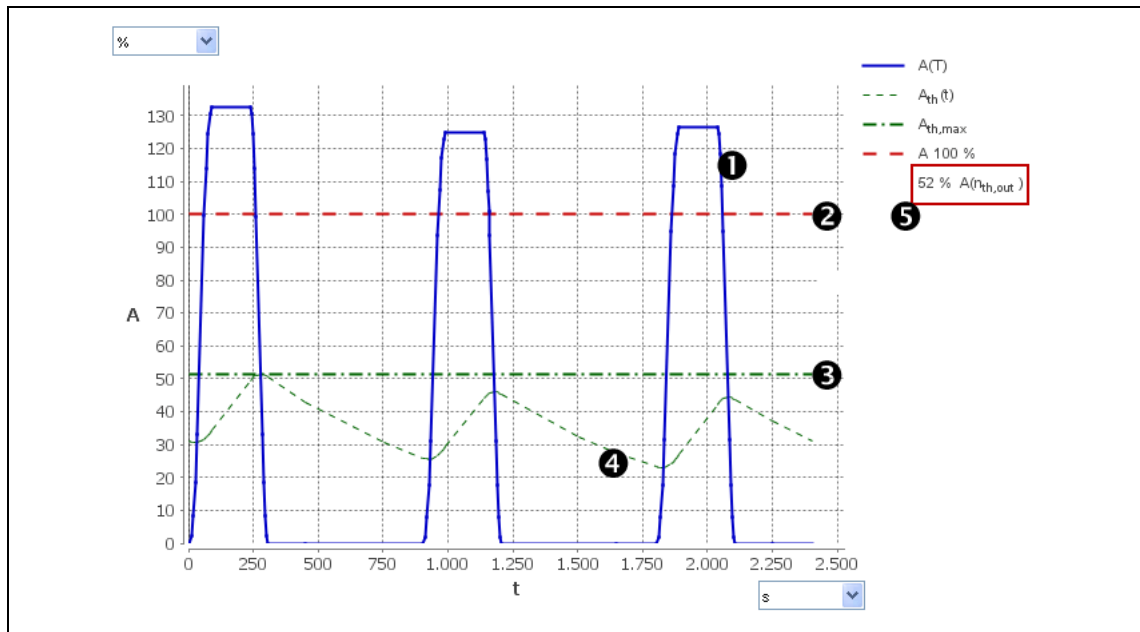
Wellendichtring (WDR)

Ein Getriebe enthält einen Wellendichtring, wenn Getriebeöl als Schmiermittel verwendet wird. Drehzahl, Öltemperatur und Beanspruchungsdauer des Getriebes bestimmen wesentlich den Verschleiß des Wellendichtrings.

Geeigneten Wellendichtring auswählen:

- Standard-Wellendichtring bei Verwendung von mineralischem Getriebeöl.
- Viton-Wellendichtring bei Verwendung von synthetischem Getriebeöl und hohen Öltemperaturen.

11.8.4.2 Diagramm thermische Auslastung



[11-22] Diagramm Getriebe: Thermische Auslastung

Beschreibung	
❶	Momentane Auslastung in Abhängigkeit von der Drehzahl • Bedarf der Anwendung
❷	100-%-Grenze • Bei Überschreiten dieser Grenze überhitzt das Getriebe.
❸	Max. Wert der thermischen Auslastung
❹	Thermische Auslastung • Simulierter Wert, berechnet mit der Zeitkonstanten des Motors.
❺	Leistungsmerkmale • Die Leistungsmerkmale finden Sie auch in der Auswahltable. Auswahltable (370)

11.9 Auswahl zusätzliches Antriebselement

In der Auswahl der allgemeinen Übersetzung werden die entgeltigen Parameter festgelegt. Für die verschiedenen Getriebetypen werden unterschiedliche Parameter benötigt.



Hinweis!

Der DSD prüft nicht die Belastung des zusätzlichen Antriebselements!
Diese Überprüfung ist bei Bedarf manuell vorzunehmen.

11.9.1 Typbezeichner

Parameter	Beschreibung
–	Bezeichnung für das zusätzliche Antriebselement. • Angabe ist optional.

11.9.2 Übersetzung

Parameter	Beschreibung
$i_{act,K}$	Tatsächlich gewählte Übersetzung des zusätzlichen Antriebselements. • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Getrieberechners berechnet werden.  Getrieberechner (474)

11.9.3 Wirkungsgrad

Parameter	Beschreibung
η_K	Wirkungsgrad des zusätzlichen Antriebselements im Bemessungspunkt (Bemessungsdrehmoment; Bemessungsdrehzahl) • Wert kann direkt eingegeben oder in der Wertetabelle ausgewählt werden.  Wertetabelle Wirkungsgrade

11.9.4 Trägheitsmoment

Parameter	Beschreibung
$J_{out,K}$	Massenträgheitsmoment • Bezogen auf die Abtriebsseite des Getriebes einschließlich weiterer Trägheitsmomente (z. B. von Kupplungen). • Ist nur das Massenträgheitsmoment $J_{in,K}$ für die Antriebsseite verfügbar, so gilt: $J_{out,K} = i_{act,K}^2 \cdot J_{in,K}$ • Wert kann direkt eingegeben oder mittels des Trägheitsrechners berechnet werden.  Trägheitsrechner (471)

11.9.5 Zulässiges Drehmoment

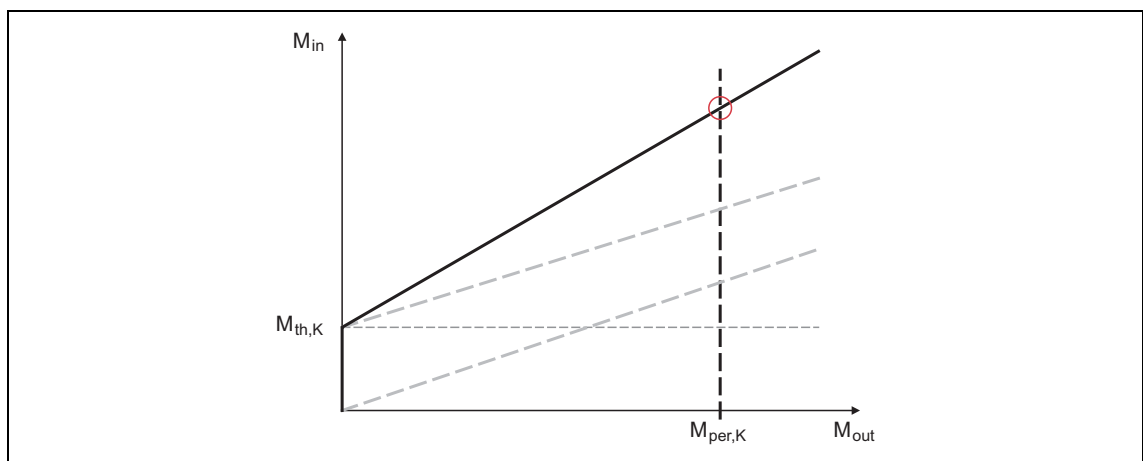
Parameter	Beschreibung
$M_{\text{per,out,K}}$	Zulässiges Drehmoment auf der Abtriebsseite des zusätzlichen Antriebsselements. • Dieses Drehmoment wird zur Bestimmung der maximalen konstanten Verluste aus dem Wirkungsgrad genutzt. • Riemengetriebe verfügen aufgrund der hohen Vorspannungen über konstante Reibungsverluste. • Das Reibungsmoment hängt von den Parametern des Riemens (z. B. Breite, Material, verwendeter Zugkörper) ab. Diese Parameter beeinflussen auch das zulässige übertragbare Drehmoment. ► Konstanter Drehmomentverlust (382)

11.9.6 Konstanter Drehmomentverlust

Parameter	Beschreibung
$M_{\text{th,K}}$	Konstanter Drehmomentanteil, der durch die Verluste des vorgespannten Riemens entsteht. • Bezogen auf die Abtriebsseite. • Es gilt: $M_{\text{th,K}} \leq \left(\frac{1}{\eta_K} - 1 \right) \cdot M_{\text{per,K}}$

Bei riemen- oder kettengetriebenen Anwendungen entstehen drehmomentabhängige, drehzahlabhängige und konstante Verluste:

- Die drehzahlabhängigen Verluste sind gegenüber den anderen Verlusten klein und werden daher mit den konstanten Verlusten zusammengefasst.
- Es treten teilweise hohen Vorspannungen auf, die zu hohen Lagerkräften und Reibungsverlusten zwischen Riemen bzw. Kette und den Ritzeln führen.
 - Diese Verluste werden im DSD als konstante, belastungsunabhängige Verluste zusammengefasst.
 - Der Anteil dieser Verluste an den gesamten Verlusten wird unter $M_{\text{th,K}}$ eingetragen.



[11-23] Definition der konstanten, belastungsunabhängigen Verluste ($M_{\text{th,K}}$) für $i_{\text{act,K}} = 1$

11.10 Umrichter

11.10.1 Vorauswahl

In den folgenden Unterkapiteln sind die Parameter zur Vorauswahl des Umrichters beschrieben.

11.10.1.1 Motorausgang

Parameter	Beschreibung
	• Einzelachse • Doppelachse

11.10.1.2 Ausführung

Parameter	Beschreibung
	• BaseLine • StateLine • HighLine • TopLine

11.10.1.3 Schaltfrequenz

Parameter	Beschreibung
$f_{ch,set}$	Schaltfrequenz des Umrichters • Bei höheren Schaltfrequenzen werden akustische Motorgeräusche und Reglerausgangsströme reduziert. Mit abnehmender Schaltfrequenz steigen die Verluste im Motor. • Die Voreinstellung im DSD entspricht der Lenze-Einstellung des ausgewählten Umrichters. • Wählen Sie die Schaltfrequenz, mit der der Umrichter betrieben werden soll. • Je nach Auswahl werden die zugehörigen Bemessungsdaten in der Auswahltable angezeigt. • Soll der Antrieb mit variabler Schaltfrequenz betrieben werden, so ist der max. mögliche Ausgangsstrom nur mit der kleinsten Schaltfrequenz möglich. • Bei Umrichtern mit einer variablen Schaltfrequenz in der Lenze-Einstellung, ist die kleinste Schaltfrequenz auszuwählen.

Je nach Umrichter sind unterschiedliche Einstellungen der Schaltfrequenz möglich. Bei der Schaltfrequenz kann zwischen "variabel" oder "fest" gewählt werden.

- Bei variabler Schaltfrequenz wird die jeweils max. verfügbare Schaltfrequenz angegeben. Jedoch wird diese Schaltfrequenz bei höheren Belastungen des Umrichters nicht erreicht.
- Abhängig von der Modulationsart der Schaltfrequenz ist ein leistungsoptimierter oder verlustoptimierter Betrieb des Umrichters möglich.



Hinweis!

Derating für den Motor

- Wenn die Schaltfrequenz für den Motor zu klein gewählt ist, müssen Sie ein Derating durchführen.

11.10.1.4 Motorregelung

Parameter	Beschreibung
Motorregelung	Art der Motorregelung • Bei Frequenzumrichtern besteht teilweise die Möglichkeit, eine Drehzahlrückführung zu verwenden (mit oder ohne Rückführsystem). • Bei Servoumrichtern muss immer eine Drehzahlrückführung vorhanden sein (mit Rückführsystem).

11.10.1.5 Regelungsart

Parameter	Beschreibung
Regelungsart	SC Servoregelung Feldorientierte Regelung mit Strommodell. • Aufteilung des Motorstromes in Feldstrom und Drehmoment-bildenden Strom. • Rückführung erforderlich!
	VFC plus U/f-Steuerung Einfache Spannungsansteuerung mit linearer Kennlinie. • Nicht für Hubantriebe >7.5 kW geeignet! • Mit Rückführung wird eine optimale Drehmomentausnutzung erreicht.
	SLVC Sensorlose Vectorregelung Spannungseinprägende Motorregelung mittels Motormodell. • Benötigt keine Rückführung. • Besitzt hohe Überlastfähigkeit.
	VFC plus eco U/f-Steuerung mit energetisch optimierter Feldeinprägung im Teillastbereich.



Hinweis!

Bei Anwendungen an einer schiefen Ebene mit einem max. Leistungsbedarf >7.5 kW wird der Betrieb mit VFC plus wegen des erhöhten Strombedarfs im Senkbetrieb (starke Übererregung des Motors) nicht empfohlen!

11.10.1.6 EMV-Filter integriert

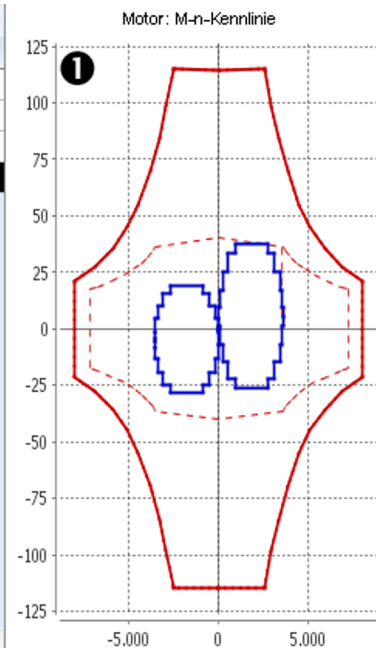
Parameter	Beschreibung
EMV-Filter integriert	Auswahl, ob ein Umrichter mit oder ohne integriertem EMV-Filter verwendet werden soll. • Auswahl nur verfügbar für Frequenzumrichter i500. • Auswahl nur möglich bei einem elektrischem Netz 1AC 230 V. • Bei einem 3-phasigen elektrischen Netz ist die Konfiguration vorgegeben. Eine Auswahl ist nicht möglich.

11.10.2 Auswahltabelle

Die Auswahltabelle stellt die Parameter der in Frage kommenden Umrichter sowie einige für die Auswahl wichtige Motorparameter dar.

- Hierbei ist zwischen Vorschauwerten und weiteren Parametern zu unterscheiden.
- Eine grundlegende Beschreibung der Auswahltabelle und Hilfsmittel für die schnelle Auswahl der geeigneten Komponente finden Sie hier:
 - ▶ [Aufbau der Auswahltabellen](#) (📖 36)
 - ▶ [Ergebnisse in Auswahltabellen sortieren und filtern](#) (📖 37)

	Typ	P_N [kW]	k_{ol}	f_{ch}	M-n	A_{th} [%]	A_v
⚠	E94ASHE0134	5,50	Keine	8-2	-	102	
	E94ASHE0174	7,50	Keine	8-2	-	86	
	E94ASHE0244	11,0	Keine	8-2	✓	82	
	E94ASHE0324	15,0	Keine	8-2	✓	61	



Beschreibung	
❶	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Motors.
	Gemessene Grenzkennlinie des Motors.
	Ersatz der Grenzkennlinie des Motors. • Nicht für alle Motoren liegen gemessene Kennlinien vor.
	S1-Kennlinie des Motors. • Senkrechter Verlauf: Bemessungsdrehzahl Motor.
	Drehmoment-Drehzahlkennlinie des Bedarfs der Anwendung.

Beschreibung der Parameter

In der Tabelle sind die möglichen Parameter beschrieben. Welche Parameter in der Auswahltabelle tatsächlich angezeigt werden, ist abhängig vom Umrichter, den Sie im Antriebskonzept gewählt haben.

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
Typ			Kurzbezeichnung des gewählten Umrichters
P_N	kW	kW	Ausgangsbemessungsleistung des Umrichters - Typische Motorleistung eines 4-poligen Norm-Asynchronmotors. - Dient nur als Anhaltspunkt der Leistungszuordnung von Umrichter und Motor.
k_{ol}			Am Umrichter eingestellter Betrieb mit erhöhter Dauerleistung. Frequenzumrichter können mit Bemessungsleistung (100 % = "Heavy Duty") und erhöhter Bemessungsleistung (120 % = "Light Duty") betrieben werden. Bei Betrieb mit erhöhter Bemessungsleistung (120 % = "Light Duty") stehen eine erhöhte Dauerleistung aber nur geringe Überlastreserven zur Verfügung. Einschränkungen für den Betrieb sind möglich: Eingeschränkter Temperaturbereich, Einsatz einer Netzdrossel, niedrigere Schaltfrequenz.
f_{ch}	kHz	kHz	Schaltfrequenzbereich
M-n			Verwendete M-n-Kennlinie des Motors ✓: Hinterlegte Kennlinie -: Ersatzkennlinie
$A_{th}^{\sim}$	%	%	Vorab berechnete thermische Auslastung des Umrichters Überwachung des Dauerstroms Relevante Themen: ▶ Thermische Auslastung (lxt) (□ 389)
			Mögliche Meldungen: ▶ Max. thermische Auslastung >100 % (□ 542)
$A^{\sim}(I_{max})$	%	%	Vorab berechnete Auslastung des Umrichters bezogen auf den max. Ausgangsstrom Verhältnis von Strombedarf und max. Ausgangsstrom des Umrichters. Relevante Themen: ▶ Ermittlung der Auslastungswerte des Umrichters (□ 387)
			Mögliche Meldungen: ▶ Max. Ausgangsstrom überschritten (□ 541)
$A^{\sim}(I_{max,I}/I_{N,M})$			Vorab berechnete Auslastung des Umrichters, bezogen auf das Verhältnis von Ausgangsbemessungsstrom des Umrichters und Motorbemessungsstrom Eine zu starke Überdimensionierung führt eventuell aufgrund ungünstiger Stromauflösung zu regelungstechnischen Schwierigkeiten und schlechterem Rundlaufverhalten. Relevante Themen: ▶ Ermittlung der Auslastungswerte des Umrichters (□ 387)
			Mögliche Meldungen: ▶ Stromauflösung nicht an den Motor angepasst (□ 543)
I_N	A	A	Ausgangsbemessungsstrom des Umrichters

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
$I_{\max}$	A	A	Max. Ausgangsstrom des Umrichters • Der max. Ausgangsstrom hängt von der Netzspannung und Kühlkörpertemperatur ab und wird bei kleinen Ausgangsfrequenzen reduziert.
			Relevante Themen: ▶ Stromderating bei Umrichtern (□ 395)
			Mögliche Meldungen: ▶ Max. Ausgangsstrom überschritten (□ 541)

11.10.3 Auslegungskriterien

Umrichter werden nach dem Maximalstrom und dem Mittelwert des Ausgangsstroms dimensioniert. In Abhängigkeit der Betriebsbedingungen können einzelne Komponenten nur geringer belastet werden, andere dafür jedoch höher.

- Für kleine Drehfeldfrequenzen haben einzelne Umrichter ein Derating auf die zur Verfügung stehenden Maximalströme.



Hinweis!

Der DSD rechnet ab einen Neigungswinkel der Anwendung (einer Steigung) von 45° mit den sich aus einem eventuellem Derating ergebenden Stillstandsströmen.

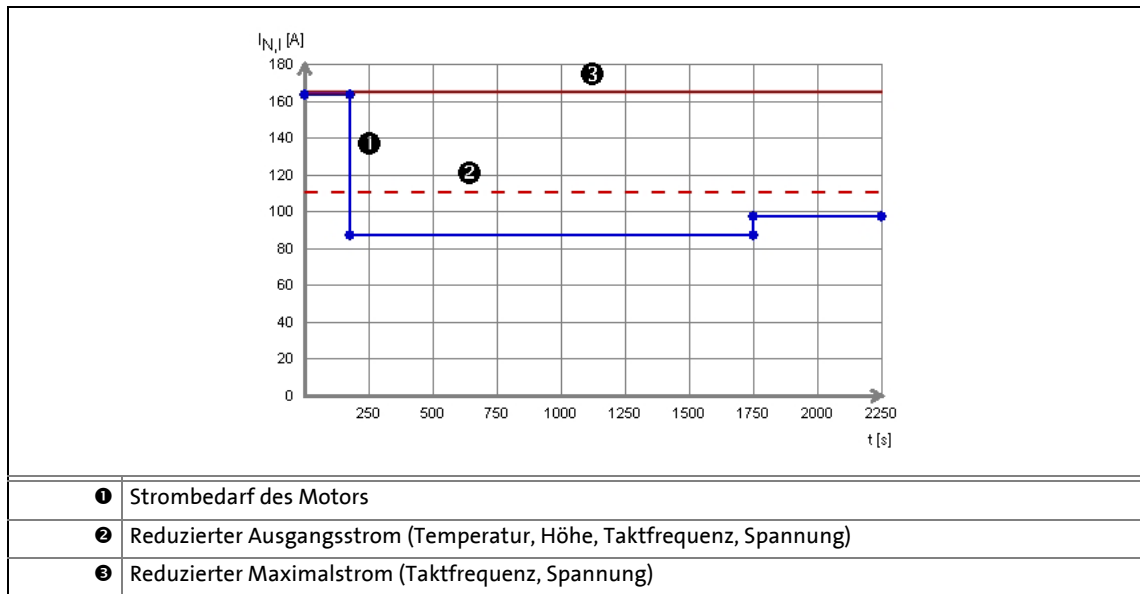
11.10.3.1 Ermittlung der Auslastungswerte des Umrichters

Für die Berechnung der notwendigen Auslastungswerte wird in DSD der Motorstrom berechnet. Dabei berücksichtigt DSD Drehmomente bis zu 400 % des Bemessungsdrehmoments und Drehzahlen beim Drehstrommotor/Servomotor bis zu 500 % / 200 % der Bemessungsdrehzahl. Außerhalb dieser Grenzen kann die Stromberechnung ungenau ausfallen.

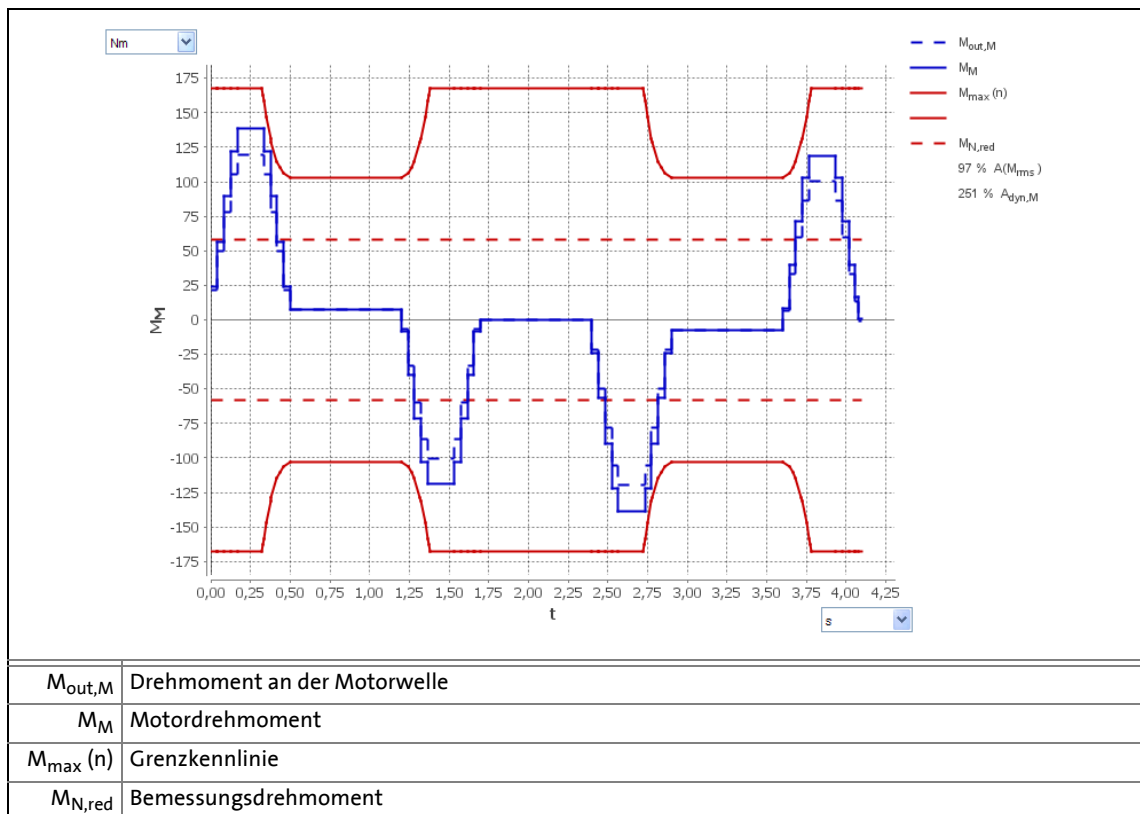
- Um eine optimale Abstimmung von Motor zu Umrichter hinsichtlich der Regelperformance zu erreichen, schlägt der DSD nur Umrichter vor, die für die jeweilige Regelungsart nicht zu sehr überdimensioniert sind:

$$\tilde{A} = \frac{I_{\max,U}}{I_{N,M}}$$

- Umrichter, die diese Bedingung nicht erfüllen, werden in der Auswahltable gekennzeichnet. Eine zu große Überdimensionierung des Umrichters ist für feldorientierte Regelungen hinsichtlich der Regelqualität problematisch. Bei der U/f-Regelung gibt es dazu keine Grenzwerte.
- In bestimmten Situationen kann auch ein Umrichter mit kleinerem Ausgangsbemessungsstrom als der Motorbemessungsstrom gewählt werden. Dies wird über die thermische Prüfung im DSD abgesichert.
- Für die Auswahltable und mit dem später ausgewählten Umrichter werden folgende Prüfungen durchgeführt und im Diagramm dargestellt:
 - Maximale Auslastung
 - Thermische Auslastung (I_{xt})



[11-24] Diagramm über den Ausgangsstrom des Umrichters



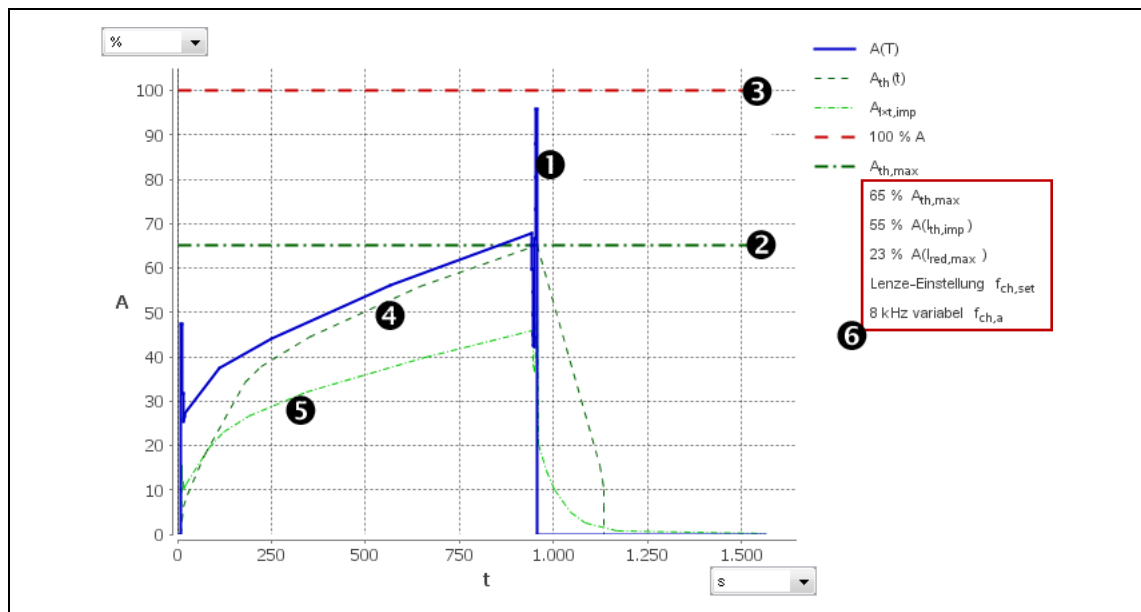
[11-25] Drehmoment-Kennlinien Motor

Im Diagramm wird die Grenzkennlinie in den Zeitbereich transformiert. Zusätzlich wird das reduzierte Bemessungsdrehmoment, bedingt durch Temperatur und Aufstellhöhe, dargestellt. Die unterschiedlichen Verläufe des Motordrehmoments und des Drehmoments an der Motorwelle machen den Anteil des Trägheitsmoments des Motors deutlich sichtbar.

11.10.3.2 Thermische Auslastung (Ixt)

Zur Bestimmung der thermischen Auslastung wird der Strombedarf mit einer geräteinternen Überwachungsfunktion bewertet. Diese wird für den eingeschwungenen Zustand simuliert.

- Die aktuelle Stromauslastung des Umrichters wird aus dem Verhältnis des Strombedarf des Motors und dem verfügbaren Ausgangsstrom des Umrichters berechnet. Der Ausgangsstrom des Umrichters wird entsprechend den geltenden Randbedingungen reduziert.
- Der maximale Wert der thermischen Auslastung spiegelt die Überwachungsfunktion des Umrichters wider.



[11-26] Diagramm Umrichter: Thermische Auslastung

Beschreibung	
❶	Momentane Auslastung
❷	Max. Wert der thermischen Auslastung
❸	100-%-Auslastung • 100 % entspricht der Bemessungsgrenze.
❹	Thermische Auslastung • Simulierter Wert, berechnet mit der Zeitkonstanten des Motors.
❺	Ixt-Impulsauslastung
❻	Leistungsmerkmale • Die Leistungsmerkmale finden Sie auch in der Auswahltable. Auswahltable (385)

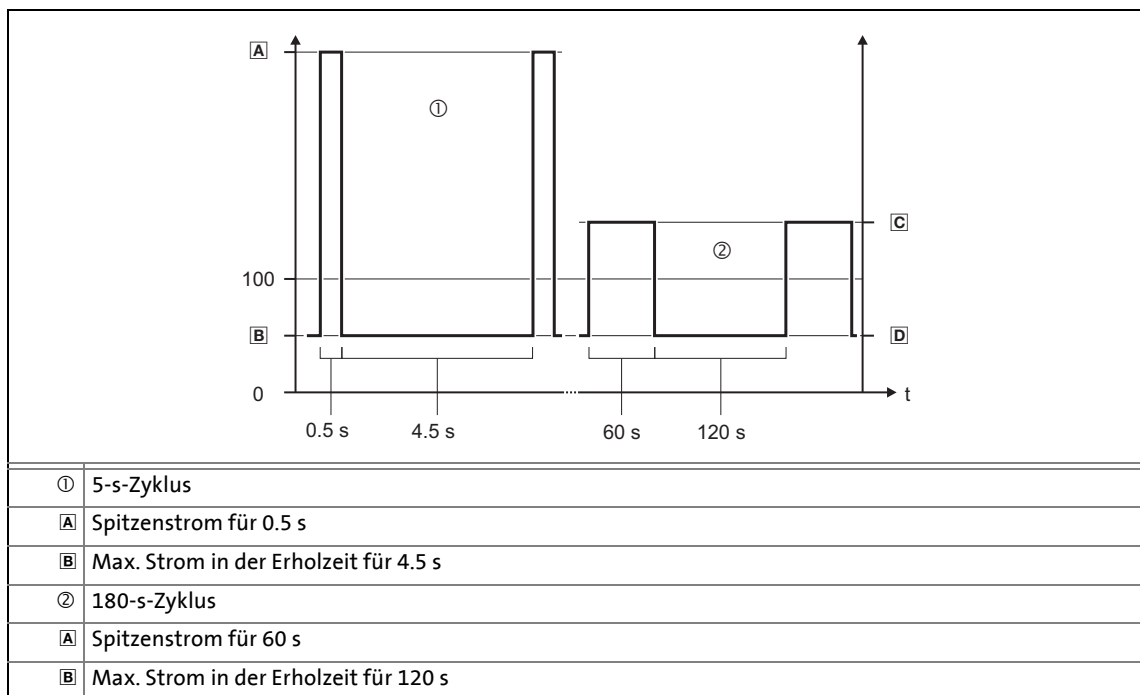
11.10.3.3 Überstrombetrieb bei Servoumrichter 9400 HighLine

Die Umrichter sind für zwei Überstrom-Modi ausgelegt:

- 5-s-Zyklus
 - 0.5 s Belastungszeit mit Spitzenstrom **A**
 - 4.5 s Erholzeit mit begrenztem Strom **B**
- 3-min-Zyklus
 - 1 min Belastungszeit mit Spitzenstrom **C**
 - 2 min Erholzeit mit begrenztem Strom **D**

Auf eine Belastungszeit mit Spitzenstrom muss eine Erholzeit folgen. In der Erholzeit darf der Strom den angegebenen Wert nicht übersteigen.

Die angegebenen Werte beziehen sich auf den Ausgangsbemessungsstrom $I_{N,out}$



[11-27] Überstromfähigkeit Servoumrichter 9400 HighLine bei 45 °C

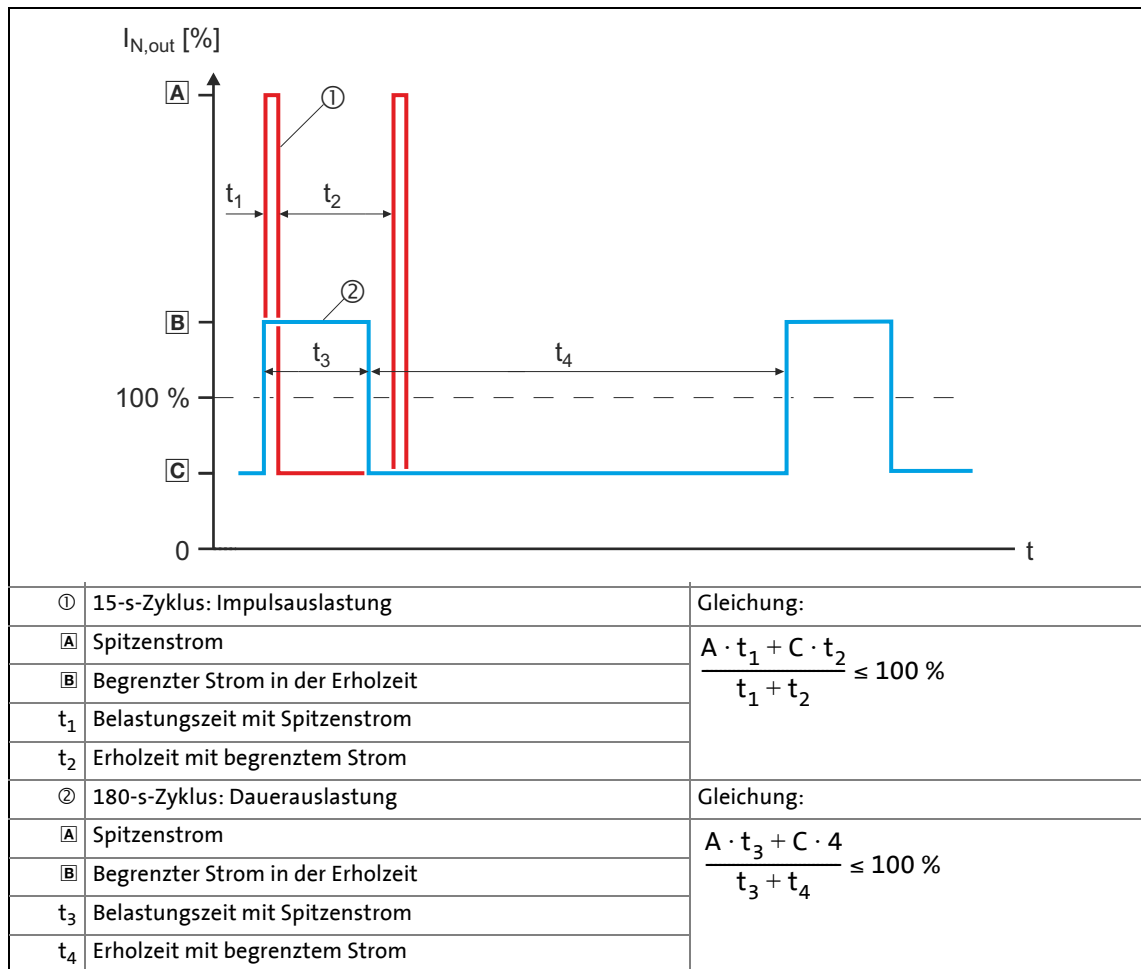
11.10.3.4 Überstrombetrieb bei Servoumrichter i700

Die Versorgungs- und Achsmodule können zeitlich begrenzt mit höheren Ausgangsströmen als dem Bemessungsstrom betrieben werden.

Vorgegeben sind zwei Auslastungszyklen, jeweils mit einer Belastungs- und Erholzeit. Auf eine Belastungszeit muss eine Erholzeit folgen. In der Erholzeit darf der Strom den angegebenen Wert nicht übersteigen. Alle Werte beziehen sich auf den Ausgangsbemessungsstrom.

- 15-s-Zyklus: Impulsauslastung
 - 3 s Belastungszeit mit Spitzenstrom (200 %)
 - 12 s Erholzeit mit begrenztem Strom (66 %)
- 180-s-Zyklus: Dauerauslastung
 - 60 s Belastungszeit mit Spitzenstrom (150 %)
 - 120 s Erholzeit mit begrenztem Strom (75 %)

Folgende Abbildung zeigt typische Verläufe der Auslastungszyklen:



[11-28] Überstromfähigkeit Servoumrichter i700 bei 40 °C

11.10.3.5 Überstrombetrieb bei Servoumrichter i950

Die Inverter können über den Bemessungsstrom hinaus mit einem höheren Strom betrieben werden, wenn die Dauer dieses Überstrombetriebs zeitlich begrenzt ist.

Definiert werden zwei Auslastungszyklen von 15 s und 180 s Dauer. Innerhalb dieser Auslastungszyklen ist jeweils für eine bestimmte Dauer der Überstrom möglich, wenn anschließend eine entsprechend lange Erholungsphase folgt.

Zyklus 15 s

In diesem Betrieb darf der Inverter für 3 s mit bis zu 200 % des Bemessungsstroms belastet werden, wenn anschließend eine Erholungszeit von 12 s mit max. 75 % des Bemessungsstroms eingehalten wird. Ein Zyklus entspricht 15 s.

Zyklus 180 s

In diesem Betrieb darf der Inverter für 60 s mit bis zu 150 % des Bemessungsstroms belastet werden, wenn anschließend eine Erholungszeit von 120 s mit max. 75 % des Bemessungsstroms eingehalten wird. Ein Zyklus entspricht 180 s.

Die Überwachung der Geräteauslastung (I_{xt}) löst die eingestellte Fehlerreaktion aus, wenn eine der beiden Auslastungswerte die Schwelle von 100 % überschreitet.

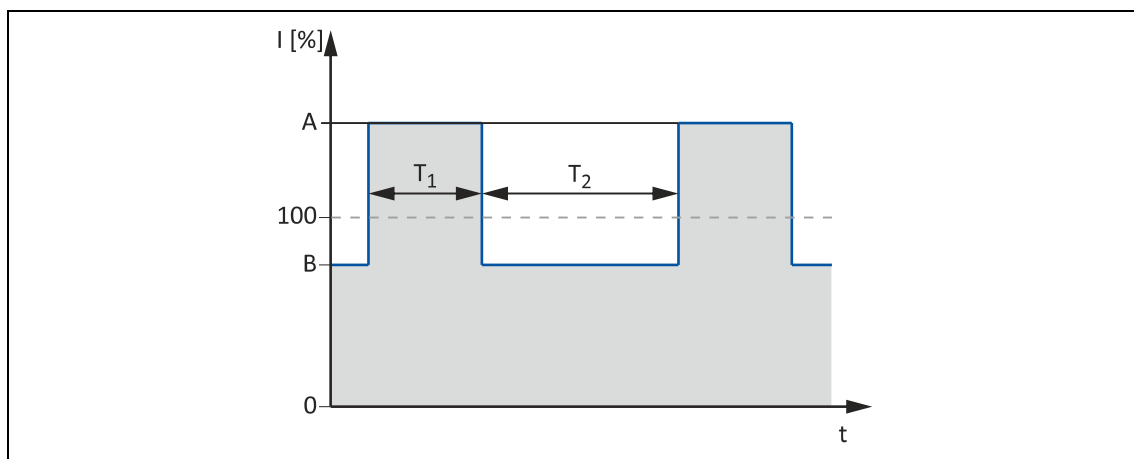


Hinweis!

Die maximalen Ausgangsströme entsprechend der Schaltfrequenzen und das Überlastverhalten der Inverter sind in den Bemessungsdaten aufgeführt.

Bei Drehfeldfrequenzen < 10 Hz kann das zeitliche Überlastverhalten reduziert sein.

Die Grafik zeigt einen Zyklus. Die Randbedingungen aus der Tabelle (graumarkierter Bereich in der Grafik) müssen eingehalten werden, damit der Inverter nicht überlastet wird. Beide Zyklen können miteinander kombiniert werden.



[11-29] Überstromfähigkeit Servoumrichter i950

	Ma. Ausgangsstrom	Max. Überlastzeit	Max. Ausgangsstrom während der Erholzeit	Min. Erholzeit
	A [%]	T1 [s]	B [%]	T2 [s]
Zyklus 15 s	200	3	75	12
Zyklus 180 s	150	60	75	120

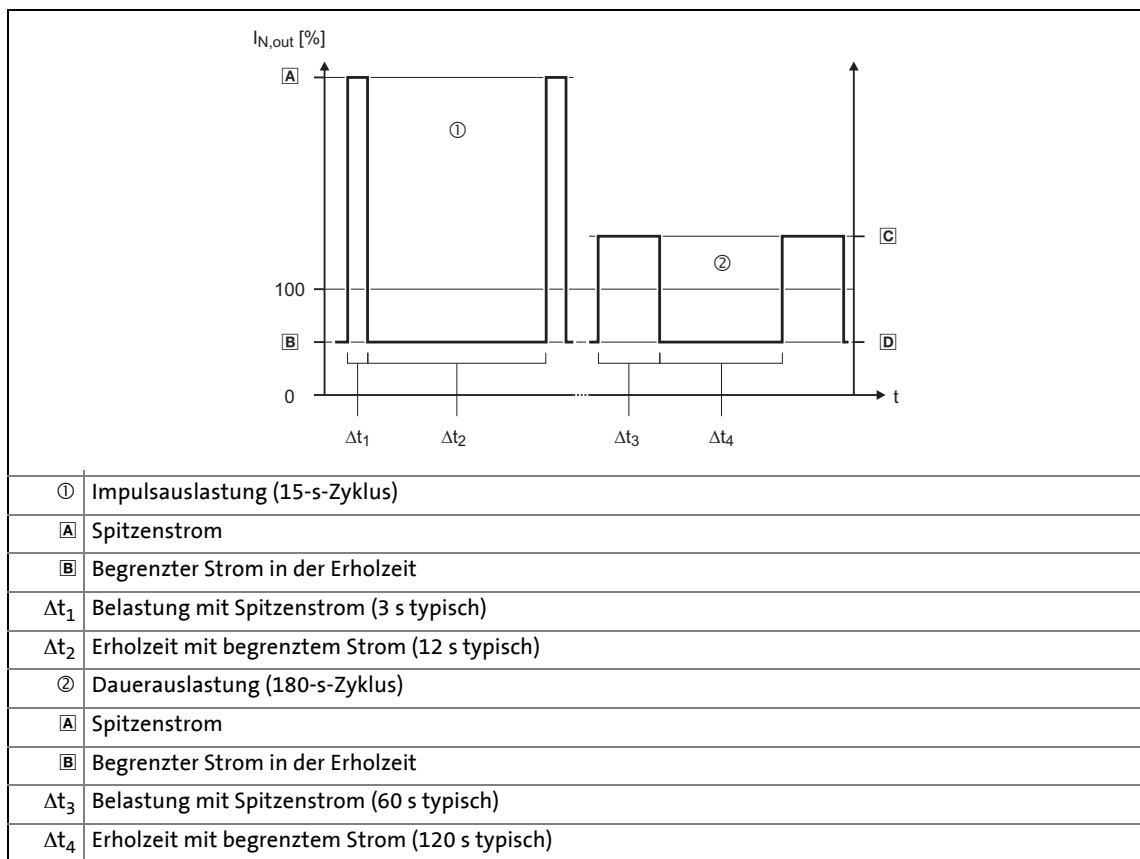
11.10.3.6 Überstrombetrieb bei Frequenzumrichter Drives 8400

Die Umrichter sind für einen zeitlich begrenzten Überstrom ausgelegt. Die Auslastung durch einen vorgegebenen, zyklischen Betrieb wird von der I×t-Überwachungsfunktion ermittelt. Die I×t-Funktion setzt sich aus zwei gleitenden Mittelwertbildungen zusammen, die parallel geprüft werden:

- Eine kurzzeitige, gleitende Mittelwertbildung des Motorscheinstroms bei einer Impulsauslastung.
- Eine dauerhafte, gleitende Mittelwertbildung des Motorscheinstroms bei einer Dauerauslastung.

Art der Auslastung	Auslastungszyklus	Bedingung Überwachungsfunktion
Impulsauslastung	15 s	$I_{N,out} > 160\%$
Dauerauslastung	180 s	Die Überwachungsfunktion ist dauerhaft an.

Die Verläufe von typischen Lastfunktionen und die Nachbildung der I×t-Funktion sind in der folgenden Abbildung dargestellt:



[11-30] Überstromfähigkeit Frequenzumrichter 8400 bei 45 °C

11.10.3.7 Überstrombetrieb bei Frequenzumrichtern i510 und i550

Die Inverter können über den Bemessungsstrom hinaus mit einem höheren Strom betrieben werden, wenn die Dauer dieses Überstrombetriebs zeitlich begrenzt ist.

Definiert werden zwei Auslastungszyklen von 15 s und 180 s Dauer. Innerhalb dieser Auslastungszyklen ist jeweils für eine bestimmte Dauer der Überstrom möglich, wenn anschließend eine entsprechend lange Erholungsphase folgt.

Zyklus 15 s

In diesem Betrieb darf der Inverter für 3 s mit bis zu 200 % des Bemessungsstroms belastet werden, wenn anschließend eine Erholungszeit von 12 s mit max. 75 % des Bemessungsstroms eingehalten wird. Ein Zyklus entspricht 15 s.

Zyklus 180 s

In diesem Betrieb darf der Inverter für 60 s mit bis zu 150 % des Bemessungsstroms belastet werden, wenn anschließend eine Erholungszeit von 120 s mit max. 75 % des Bemessungsstroms eingehalten wird. Ein Zyklus entspricht 180 s.

Die Überwachung der Geräteauslastung (I_{xt}) löst die eingestellte Fehlerreaktion aus, wenn eine der beiden Auslastungswerte die Schwelle von 100 % überschreitet.

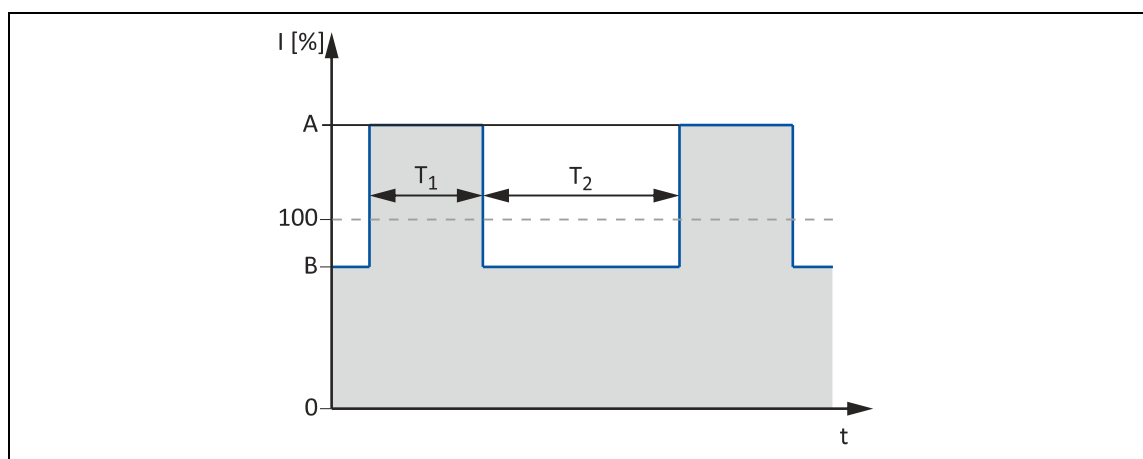


Hinweis!

Die maximalen Ausgangsströme entsprechend der Schaltfrequenzen und das Überlastverhalten der Inverter sind in den Bemessungsdaten aufgeführt.

Bei Drehfeldfrequenzen < 10 Hz kann das zeitliche Überlastverhalten reduziert sein.

Die Grafik zeigt einen Zyklus. Die Randbedingungen aus der Tabelle (graumarkierter Bereich in der Grafik) müssen eingehalten werden, damit der Inverter nicht überlastet wird. Beide Zyklen können miteinander kombiniert werden.



[11-31] Überstromfähigkeit Frequenzumrichter i510 und i550

	Ma. Ausgangsstrom	Max. Überlastzeit	Max. Ausgangsstrom während der Erholzeit	Min. Erholzeit
	A [%]	T1 [s]	B [%]	T2 [s]
Zyklus 15 s	200	3	75	12
Zyklus 180 s	150	60	75	120

11.10.3.8 Stromderating bei Umrichtern

Bei kleinen Drehfeldfrequenzen wird bei einigen Umrichtern der max. Ausgangsstrom begrenzt. Das berechnete Drehmoment wird dann nicht mehr erreicht.



Hinweis!

Die spezifischen Einschränkungen aufgrund von Stromderating finden Sie in der jeweiligen Dokumentation zum Umrichter.

Auswirkungen

- [Anwendungen mit kleinen Drehfeldfrequenzen](#) (503)
- Bei Synchronmaschinen wirkt sich das Stromderating gravierender aus als bei Asynchronmaschinen. Bei Asynchronmaschinen wird durch die Schlupffrequenz die Schwelle für kleine Drehfeldfrequenzen nicht so schnell überschritten.
- Bei generatorischem Betrieb ist das Stromderating ausgeprägter als bei motorischem Betrieb.
- Wenn bei Horizontalantrieben ein Ausgangsstrom gefordert wird, der oberhalb des Stillstandsstroms liegt:
 - Beschleunigungsvorgänge: Der Beschleunigungsweg/die Beschleunigungszeit verlängert sich geringfügig.
 - Bremsvorgänge: Der Bremsweg verlängert sich geringfügig.
 - Gleichstrombremsen: Der Bremsstrom wird verringert und damit reduziert sich das vom Umrichter zur Verfügung gestellte Bremsmoment.
 - Extruder-Antriebe, die beim "Kaltstart" auf die Zieldrehzahl beschleunigt werden, haben in den ersten Minuten während der Hochlaufphase und der anschließenden konstanten Drehzahlphase keine merkliche Drehmomentreduzierung. Der ggf. auftretende einschnürende Stromeffekt sollte bei der Auslegung beachtet werden. Dies gilt insbesondere bei großen Antriebsleistungen, da mit steigender Motorbemessungsleistung in der Regel die Schlupffrequenz sinkt.
- Schlupffrequenzen von 4-poligen Asynchronmaschinen (Beispiel):

P_n	n_n	Schlupfdrehzahl $n_s (n_0 - n_n)$	Resultierende Schlupffrequenz f_s
90 kW	1480 rpm	(1500 - 1480) rpm = 20 rpm	0.67 Hz
22 kW	1456 rpm	(1500 - 1456) rpm = 44 rpm	1.47 Hz
4 kW	1435 rpm	(1500 - 1435) rpm = 65 rpm	2.17 Hz



Hinweis!

Der DSD rechnet mit den in der Dokumentation des Umrichters angegebenen Ausgangsströmen ($f_d > |5 \text{ Hz}|$) und nicht mit den Stillstandsströmen.

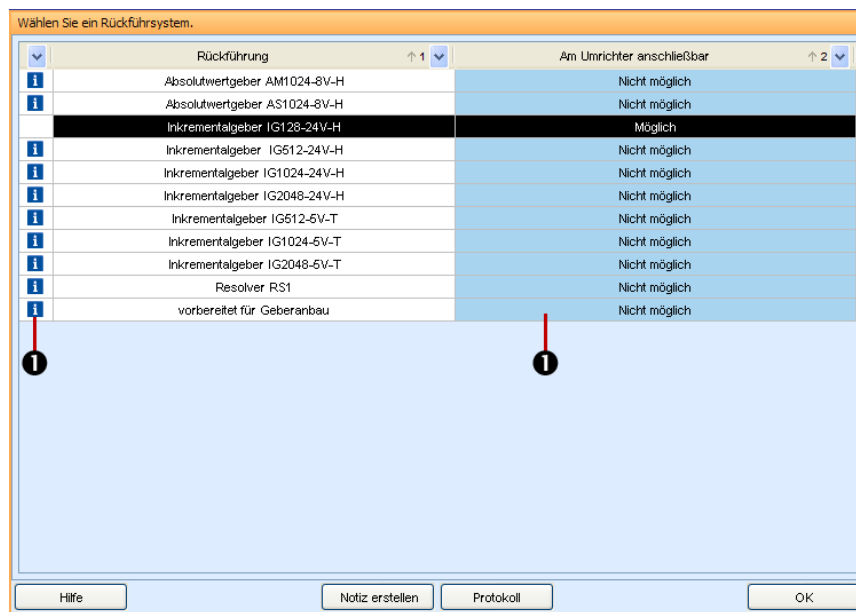
- Bei passiven Lasten wirkt sich eine Drehmomentreduzierung nur sehr geringfügig auf einen etwas größeren Schleppfehler aus und ist bei den meisten Anwendungen nicht störend.

11.11 Auswahl Rückführung

11.11.1 Auswahltable

Die Auswahltable stellt die Parameter der auswählbaren Rückführsysteme dar.

- Hierbei ist zwischen Vorschauwerten und weiteren Parametern zu unterscheiden.
- Eine grundlegende Beschreibung der Auswahltable und Hilfsmittel für die schnelle Auswahl der geeigneten Komponente finden Sie hier:
 - [Aufbau der Auswahltabellen](#) (36)
 - [Ergebnisse in Auswahltabellen sortieren und filtern](#) (37)



Beschreibung	
❗	Meldungen zur Antriebsauslegung. • Das Rückführsystem passt nicht zum Umrichter.
i	Hinweis • Für die einwandfreie Funktion der Komponente sind wichtige Informationen zu beachten. Ein blauer Hintergrund kennzeichnet den entsprechenden Wert.

Beschreibung der Parameter

Parameter	Beschreibung
Rückführung	Typ des Rückführsystems ▸ Auswahl Rückführung (396)
Am Umrichter anschließbar	Kombinierbarkeit des Rückführsystems mit Umrichter und Motor ▸ Kombination Umrichter/Rückführung nicht möglich (538)

11.11.2 Auslegungskriterien

Bei der Auswahl prüft der DSD, ob

- das Rückführsystem baulich kompatibel zum gewählten Motor ist,
- das Rückführsystem funktional kompatibel zum gewählten Umrichter ist,
- der Umrichter ohne Rückführung betrieben werden darf.



Tipp!

Sie können auch Rückführsysteme für Motoren konfigurieren, die auf Folgeantriebe wirken. Diese müssen daher nicht kompatibel zum Umrichter sein, der den Motor steuert.

Folgende Kriterien müssen Sie manuell prüfen:

- Genauigkeiten, Auflösungen, Grenzfrequenzen, max. zulässige Drehzahlen etc.
- Die Grenzfrequenz am Eingang des Umrichters kann überschritten werden, wenn das Rückführsystem durch die Kombination aus Strichzahl und max. Drehzahl eine zu hohe Impulsfrequenz ausgibt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche Rückführsysteme mit den Motor- und Umrichter-Baureihen kombiniert werden können:

	Rückführsystem						SSI-Absolutwertgeber
	Resolver	Keine Rückführung	Encoder		Sin-Cos-Geber		
			HTL	TTL	Singleturn	Multiturn	
Servomotoren							
MCA	✓	(✓)*	(✓)*	✓	✓	✓	
MCS	✓				✓	✓	
MQA	✓	(✓)*	(✓)*	✓	✓	✓	
SDSGA	✓	✓	✓	✓			
SDSGS	✓				✓	✓	
Drehstrommotoren							
MDxMA	✓	✓	✓	✓			
MFxMA	✓	✓	✓	✓			
MHxMA, m550-H	✓	✓	✓	✓			
Servoumrichter							
Servoumrichter 9400 HighLine	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Servoumrichter i700	✓	✓			✓	✓	
Frequenzumrichter 8400 TopLine	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Frequenzumrichter							
Frequenzumrichter 8400 BaseLine		✓					
Frequenzumrichter 8400 StateLine		✓					
Frequenzumrichter 8400 HighLine		✓	✓				
Frequenzumrichter 8400 protec		✓	✓				
Frequenzumrichter 8400 motec		✓					

* technisch möglich, jedoch keine Vorzugskombination

Eigenschaften Rückführsysteme

Die in der Tabelle aufgeführten Rückführsysteme unterscheiden sich in Bezug auf die Positionserkennung nach Abschalten der Versorgungsspannung.

- Für Synchronmotoren ist zum Einschalten die Rotorlageinformation notwendig. Dazu muss die Lage des Rotors innerhalb einer Motorumdrehung gegeben sein. Dies lässt sich mit folgenden Rückführsystemen realisieren:
 - Resolver
 - Sin-Cos-Geber (Singleturn und Multiturn)
- Muss für eine Positionierung nach dem Einschalten des Antriebssystems die aktuelle Position bekannt sein, so eignen sich:
 - Resolver, Sin-Cos-Geber und SSI-Absolutwertgeber (Singleturn) für Motoren ohne Getriebe zur Darstellung einer Umdrehung.
 - Sin-Cos-Geber und SSI-Absolutwertgeber (Multiturn) zur Darstellung mehrerer Motorumdrehungen.
- TTL-Encoder und HTL-Encoder beinhalten keine Lageinformation und eignen sich deshalb als preiswerte Lösung bei Asynchronmaschinen.

**Hinweis!**

Beachten Sie, dass einige Umrichter weitere bestimmte Zubehörkomponenten benötigen.

Gegebenenfalls ist auch die Grenzfrequenz des Frequenzeingangs zu berücksichtigen.

Auslegungskriterium bei den Rückführsystemen ist deren Genauigkeit. Dies wird durch den DSD nicht berücksichtigt.

- Die Genauigkeit wird in der Reihenfolge Resolver, Inkrementalgeber, Sin-Cos-Geber besser.
- Eine höhere Impulszahl der Inkrementalgeber führt ebenfalls zu einer besseren Genauigkeit.

12 Komponenten im DC-Zwischenkreis

Der motorische und generatorische Energiefluss eines Antriebssystems kann über den DC-Zwischenkreis gesteuert werden, wenn der Umrichter über Anschlüsse auf der DC-Zwischenkreisebene verfügt. DSD bietet Komponenten für den Betrieb im DC-Zwischenkreis an:

- Versorgungsmodule für die Energieeinspeisung in das Antriebssystem.
- Versorgungs- und Rückspeisemodule für die Energieeinspeisung in das Antriebssystem und Energierückspeisung ins AC-Netz.
- Bremswiderstände

12.1 Einspeisekonzept

Wählen Sie im Auslegungsschritt "Einspeisekonzept wählen" ein Versorgungsmodul oder Versorgungs- und Rückspeisemodul.

- Der Auslegungsschritt ist nur in der Anwendung "Mehrachsverbund auslegen" verfügbar.



Versorgungsmodul 9400

- Zentraler AC-Netzanschluss für einen Multi Drive-Achsverbund.
- Integrierter Bremschopper und Anschluss zum Zwischenkreis-Schienensystem.
- Filter und Bremswiderstand sind ggf. extern vorzusehen.
- Deutlich reduzierter Material- und Installationsaufwand innerhalb eines Multi Drive-Achsverbunds durch gemeinsame Nutzung der Netzeinspeisung, des Netzfilters, des Bremschoppers sowie des Zwischenkreis-Schienensystems.



Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400

- Optimal geeignet für Taktantriebe, da das Modul kurzzeitig ein mehrfaches der Bemessungsleistung zur Verfügung stellen kann.
- Zur Erhöhung der Einspeiseleistung ist die Parallelschaltung mit Versorgungsmodulen möglich.
- Zur Erhöhung der Rückspeiseleistung ist die Parallelschaltung von mehreren Versorgungs- und Rückspeisemodulen möglich.
- Einfache Montage und Installation durch die Trennung von Montagesockel und Elektronikmodul.
- Netzfilter lassen sich einfach anreihen und über die vorhandenen Anschlussleitungen mit dem Montagesockel verbinden.



Versorgungsmodul i700

- Interner Bremschopper und Bremswiderstand.
- Bei Bedarf ist ein externer Bremswiderstand anschließbar.
- 5-fache Überlastung kurzzeitig zulässig.
- Ein Versorgungsmodul kann bis zu 10 Achsmodule versorgen.

12.2 Versorgungsmodul 9400

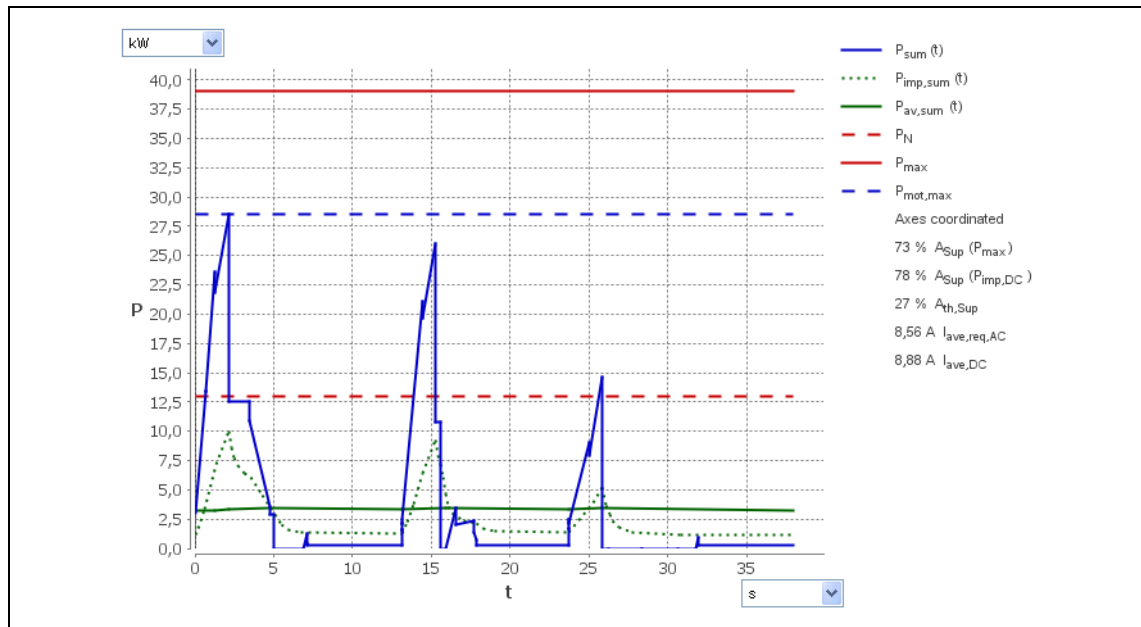
12.2.1 Auswahltabelle

Beschreibung der Parameter

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
$A_{\text{Sup}}(P_{\text{imp,DC}})$	%	%	Auslastung, bezogen auf die Impulsleistung im DC-Zwischenkreis
$A(P_{\text{DC}})$	%	%	Auslastung, bezogen auf die Leistung im DC-Zwischenkreis
$A_{\text{Sup}}(P_{\text{max,DC}})$	%	%	Auslastung, bezogen auf die max. Leistung im DC-Zwischenkreis
Typ			Typ des gewählten Versorgungsmoduls
Ind			Netzdrossel • Ja: Betrieb nur mit Netzdrossel erlaubt. • Nein: Betrieb ohne Netzdrossel erlaubt.
P_{N}	kW	kW	Ausgangs-Bemessungsleistung • Abhängig von Netzdrossel und Netzspannung.
$P_{\text{max}}(\tau_2)$	kW	kW	Zulässige max. Leistung, bezogen auf den 3-min-Zyklus • 60 s Überlast / 120 s Entlastung mit 75 % des Dauer-Bemessungswertes
$P_{\text{max}}(\tau_1)$	kW	kW	Zulässige max. Leistung, bezogen auf den 5-s-Zyklus • 0.5 s Überlast / 4.5 s Entlastung mit 75 % des Dauer-Bemessungswertes
$I_{\text{N,DC}}$	A	A	Bemessungsstrom im DC-Zwischenkreis bei motorischem Betrieb
$I_{\text{max,DC}}$	A	A	Max. Ausgangsstrom
S_{N}	kVA	kVA	Netzscheinleistung

12.2.2 Auslastung

Durch die Nachbildung geräteinterner Überwachungsfunktionen bewertet DSD den Strombedarf und ermittelt daraus die Auslastung des Versorgungsmoduls.



[12-1] Diagramm Versorgungsmodul 9400: Auslastung

Beschreibung	
$P_{sum}(t)$	Gesamtleistung im DC-Zwischenkreis über der Zeit
$P_{imp,sum}(t)$	Motorische Impulsleistung im DC-Zwischenkreis • Relevant für die kurzzeitige thermische Auslastung des Versorgungsmoduls
$P_{av,sum}(t)$	Mittlere Leistung im DC-Zwischenkreis
P_N	Zulässige DC-Dauerleistung im Einspeisebetrieb
P_{max}	Max. zulässige DC-Leistung im Einspeisebetrieb
$P_{mot,max}$	Bedarf der max. motorischen DC-Zwischenkreisleistung
Achsen koordiniert	Bewegung der Antriebsachsen • Achsen können koordiniert oder unkoordiniert sein
$A_{th,Sup}$	Thermische Auslastung des Versorgungsmoduls
$A(P_{imp,DC})$	Kurzzeitige thermische Auslastung des Versorgungsmoduls
$A_{Sup}(P_{max})$	Auslastung des Versorgungsmoduls, bezogen auf die max. Leistung im DC-Zwischenkreis
$I_{ave,req,AC}$	Mittlerer AC-Strombedarf des Geräts (für Kabeldimensionierung)
$I_{ave,DC}$	Mittlerer DC-Strombedarf des Geräts (für Kabeldimensionierung)

12.3 Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400

12.3.1 Auswahltabelle

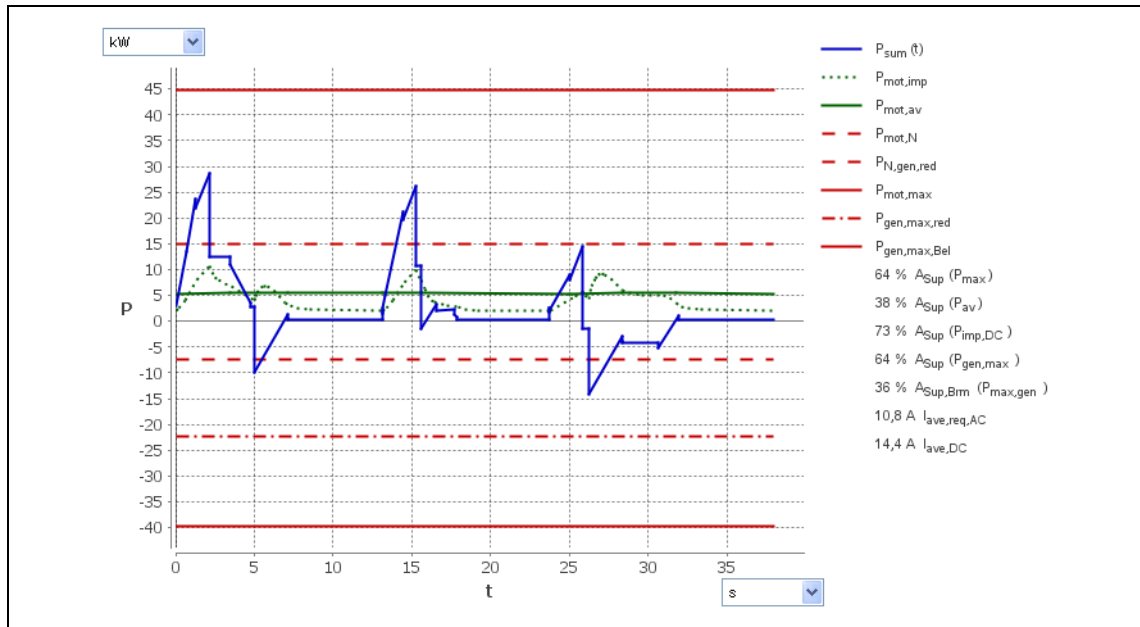
Beschreibung der Parameter

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Met	Imp	
$A(P_{\text{mot,max,DC}})$	%	%	Auslastung bezogen auf die max. DC-Zwischenkreisleistung im motorischen Betrieb
$A(P_{\text{gen,max,DC}})$	%	%	Auslastung bezogen auf die max. DC-Zwischenkreisleistung im generatorischen Betrieb
$A(P_{\text{imp,DC}})$	%	%	Auslastung bezogen auf die Impulsleistung im DC-Zwischenkreis
$A(P_{\text{DC}})$	%	%	Auslastung bezogen auf die mittlere DC-Zwischenkreisleistung
			Mögliche Warnungen: ► Auslastung überschritten, bezogen auf die zulässige Dauerleistung (☐ 553)
Typ			Typ des Versorgungs- und Rückspeisemoduls
Ind			Netzdrossel Der Betrieb ist nur mit Netzdrossel zulässig.
$P_{\text{max}}(\tau_1)$	kW	kW	Zulässige max. Leistung, bezogen auf den 5-s-Zyklus 0.5 s Überlast / 4.5 s Entlastung mit 75 % des Dauerbemessungswertes
$P_{\text{gen,max}}$	kW	kW	Max. zulässige generatorische Leistung
P_{N}	kW	kW	Bemessungsleistung Abhängig von Netzdrossel und Netzspannung.
$P_{\text{gen,N}}$	kW	kW	Bemessungsleistung im generatorischen Betrieb Abhängig von Netzdrossel und Netzspannung.
$I_{\text{N,AC}}$	A	A	Netzbemessungsstrom
$I_{\text{gen,N,AC}}$	A	A	Netzbemessungsstrom im generatorischen Betrieb
S_{N}	kVA	kVA	Netzscheinleistung
$S_{\text{gen,AC}}$	kVA	kVA	Netzscheinleistung im generatorischen Betrieb

12.3.2 Auslastung

Durch die Nachbildung geräteinterner Überwachungsfunktionen bewertet DSD den Strombedarf und ermittelt daraus die Auslastung des Versorgungsmoduls.

Versorgungs- und Rückspeisemodule 9400 können parallel geschaltet werden. Im Diagramm werden dann die Werte für die Summe der parallel geschalteten Geräte dargestellt.



[12-2] Diagramm Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400: Auslastung

Beschreibung	
$P_{sum}(t)$	Gesamtleistung im DC-Zwischenkreis über der Zeit
$P_{mot,imp}$	Motorische DC-Impulsleistung, relevant für kurzzeitige thermische Auslastung des Versorgungsmoduls
$P_{mot,av}$	Mittlere DC-Leistung am Versorgungsmodul
$P_{mot,N}$	Zulässige DC-Dauerleistung im Einspeisebetrieb, abhängig von Netzdrossel und Netzspannung
$P_{N,gen,red}$	Zulässige DC-Dauerleistung im Rückspeisebetrieb, abhängig von Netzdrossel und Netzspannung
$P_{mot,max}$	Max. zulässige DC-Leistung im Einspeisebetrieb
$P_{gen,max,red}$	Max. zulässige DC-Leistung im Rückspeisebetrieb ohne Verwendung des Bremstransistors
$P_{gen,max,Brm}$	Max. zulässige DC-Leistung im Rückspeisebetrieb mit Unterstützung des Bremstransistors
$A_{Sup}(P_{max})$	Auslastung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls, bezogen auf die max. Leistung im DC-Zwischenkreis
$A_{Sup}(P_{av})$	Auslastung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls, bezogen auf die Dauerleistung im DC-Zwischenkreis
$A_{Sup}(P_{imp})$	Auslastung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls, bezogen auf die Impulsleistung im DC-Zwischenkreis
$A_{Sup}(P_{gen,max})$	Auslastung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls ohne Bremschopper, bezogen auf die max. generatorische Leistung
$A_{Sup,Brm}(P_{gen,max})$	Auslastung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls mit Bremschopper, bezogen auf die max. generatorische Leistung

12.4 Versorgungsmodul i700

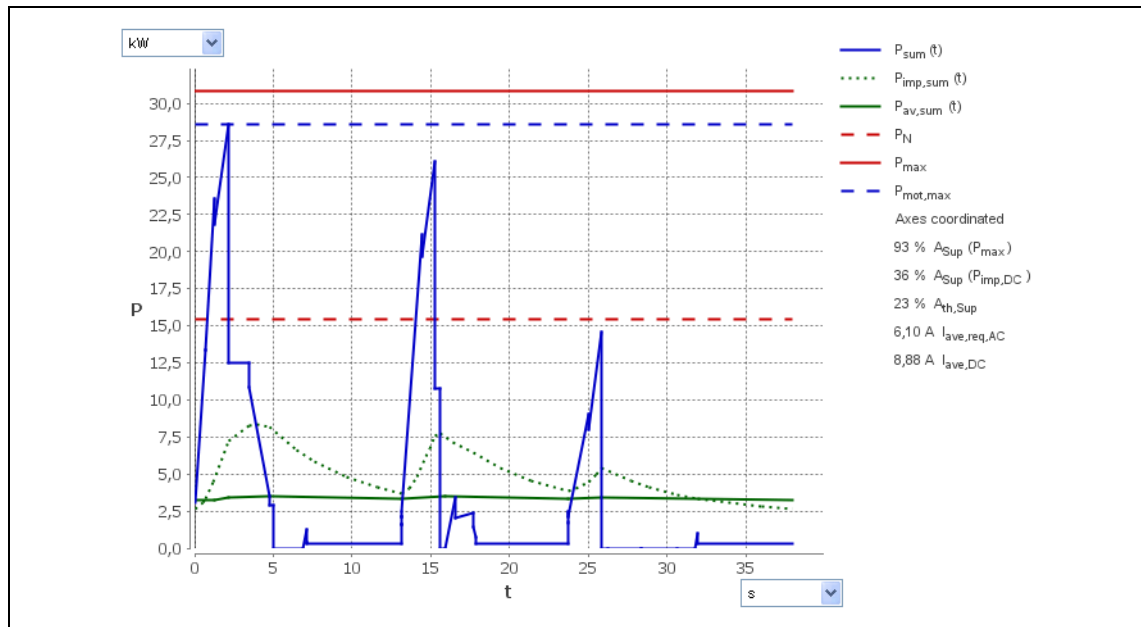
12.4.1 Auswahltabelle

Beschreibung der Parameter

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Metrisch	Imperial	
$A(I_{rms,AC})$	%	%	Auslastung, bezogen auf den Netz-Effektivstrom
$A(I_{max,AC})$	%	%	Auslastung, bezogen auf den max. Netzstrom
Typ			Typ des gewählten Versorgungsmoduls
Ind			Auswahl Netzdrossel • Auswahl, ob für das Versorgungsmodul eine Netzdrossel verwendet werden soll. • Durch die Wahl einer Netzdrossel kann eventuell auf ein kleineres Versorgungsmodul zurückgegriffen werden. • Mit einer Netzdrossel kann eventuell auf ein Kondensatormodul verzichtet werden. • Die Verwendung einer Netzdrossel wird im Wesentlichen durch die Auslastung des Versorgungsmoduls bestimmt. Die Verwendung einer Netzdrossel zur He- raufsetzung der verfügbaren Dauerleistung des Ver- bundes ist meist nicht wirtschaftlich.
$I_{N,DC}$	A	A	Bemessungsstrom am Ausgang des Versorgungsmoduls
$I_{max,DC}$	A	A	Maximal zulässiger Ausgangsstrom
$I_{N,AC}$	A	A	Bemessungswert Netzeffektivstrom
$I_{max,AC}$	A	A	Max. zulässiger Netzeffektivstrom

12.4.2 Auslastung

Durch die Nachbildung geräteinterner Überwachungsfunktionen bewertet DSD den Strombedarf und ermittelt daraus die Auslastung des Versorgungsmoduls.



[12-3] Diagramm Versorgungsmodul i700: Auslastung

Beschreibung	
$P_{sum}(t)$	Gesamtleistung im DC-Zwischenkreis über der Zeit
$P_{imp,sum}(t)$	Motorische Impulsleistung im DC-Zwischenkreis • Relevant für die kurzzeitige thermische Auslastung des Versorgungsmoduls
$P_{av,sum}(t)$	Mittlere Leistung im DC-Zwischenkreis
P_N	Zulässige DC-Dauerleistung im Einspeisebetrieb
P_{max}	Max. zulässige DC-Leistung im Einspeisebetrieb
$P_{mot,max}$	Bedarf der max. motorischen DC-Zwischenkreisleistung
Achsen koordiniert	Bewegung der Antriebsachsen • Achsen können koordiniert oder unkoordiniert sein
$A_{th,Sup}$	Thermische Auslastung des Versorgungsmoduls
$A(P_{imp,DC})$	Kurzzeitige thermische Auslastung des Versorgungsmoduls
$A_{sup}(P_{max})$	Auslastung des Versorgungsmoduls, bezogen auf die max. Leistung im DC-Zwischenkreis
$I_{ave,req,AC}$	Mittlerer AC-Strombedarf des Geräts (für Kabeldimensionierung)
$I_{ave,DC}$	Mittlerer DC-Strombedarf des Geräts (für Kabeldimensionierung)

12.5

Auswahl Komponenten



DSD erkennt automatisch, ob ein elektrisches Bremssystem benötigt wird.

Wenn der Auslegungsschritt "Auswahl Komponenten" angezeigt wird, benötigt die Anwendung kein elektrisches Bremssystem. Die Auswahl ist optional.

- Wenn Sie die Auswahl aktivieren, können Sie im nächsten Auslegungsschritt einen Bremswiderstand wählen. [Auswahl Bremswiderstand](#) (406)

12.6

Auswahl Bremswiderstand

**Gefahr!**

Bremswiderstände können sehr heiß werden. Daher muss die Funktion des Bremswiderstands überwacht werden.

- Im Fehlerfall muss ein Netzschütz den Umrichter oder den Verbund vom speisenden Versorgungsnetz trennen!
- Wegen Brandgefahr einen ausreichenden Sicherheitsabstand vom Bremswiderstand zu benachbarten Teilen einhalten!

Die Umwandlung überschüssiger Energie aus dem Zwischenkreis in thermische Energie ist erforderlich, damit die Zwischenkreisspannung in der Bremsphase nicht in den Überspannungsbereich ansteigen kann und dadurch das elektrische Bremsen verhindern würde.

- Möglichkeiten, überschüssige Energie abzuführen oder umzuwandeln:
 - Rückspeisung in das elektrische Netz mittels Versorgungs- und Rückspeisemodul.
 - Umwandlung in Wärme über einen Bremswiderstand.
 - Speicherung der Energie in einem Energiespeicher (z. B. Kondensatorbank; wird eher selten angewandt).
- Auch wenn keine generatorische Leistung auftritt, muss ggf. überschüssige Energie abgeführt werden. Zum Beispiel muss bei Not-Halt stärker verzögert werden, als im Normalbetrieb.

Folgende Lenze-Komponenten haben einen integrierten Bremstransistor, an den Bremswiderstände angeschlossen werden können. Für diese Komponenten können Sie in DSD Bremswiderstände wählen.

- Servoumrichter 9400 HighLine
- Versorgungsmodul 9400
- Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400
- Versorgungsmodul i700
- Frequenzumrichter 8400
- Frequenzumrichter 8400 protec
- Frequenzumrichter 8400 motec

12.6.1 Anzahl integrierte Bremstransistoren

In der Anwendung "Mehrachsverbund auslegen" können Sie für das Antriebssystem mehrere parallel geschaltete Versorgungsmodule oder Versorgungs- und Rückspeisemodule wählen. Zur Information wird hier die Anzahl der Bremstransistoren angezeigt.

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Met	Imp	
N			Anzahl der parallel geschalteten Versorgungs- und Rückspeisemodule mit jeweils einem integrierten Bremstransistor. • Der ausgewählte Bremswiderstand oder die Verschaltung von mehreren Bremswiderständen ist für jedes Modul zu berücksichtigen. • Nur Anzeige

12.6.2 Verschaltung Bremswiderstände

Der Widerstandswert des ausgewählten Bremswiderstandes wird dazu benötigt, um abzuschätzen, wie die Reihenschaltung bzw. Parallelverschaltung gewählt werden muss, damit mit dem Gesamtwiderstand R_{sum} zwischen dem minimalen und maximalen Widerstandswert liegt.

- Der minimale Widerstand ergibt sich aus der max. zulässigen Strombelastung des Bremstransistors.
 - Der minimale Widerstand gehört zu den Technischen Daten des Bremstransistors.
 - Der minimale Widerstand darf nicht unterschritten werden.
- Der maximale Widerstand ergibt sich aus der max. generatorischen Leistung und der Schaltungsspannung U_{ch} .
 - Der maximale Widerstand darf nicht überschritten werden.



Hinweis!

- Bei einer Reihenschaltung wird der Gesamtwiderstand größer, wodurch die maximal abführbare Spitzenleistung kleiner wird.
- Durch eine Erweiterung mit einer Parallelverschaltung kann die Spitzenleistung wieder erhöht werden, jedoch verringert sich auch wieder der Gesamtwiderstand.
- In jedem Fall führt die Anzahl der verschalteten Widerstände zu einer proportionalen Erhöhung von verfügbarer Dauerleistung und Bremsenergie.

- Berechnung des Gesamtwiderstands R_{sum} bei einer Gruppe aus parallel und in Reihe geschalteten Widerständen:

$R_{\text{sum}} = \frac{n_1 \cdot R_B}{n_2}$	
R_{sum}	Wert des Gesamtwiderstands
R_B	Wert des ausgewählten Widerstands
n_1	Anzahl der in Reihe geschalteten Widerstände
n_2	Anzahl der parallel geschalteten Widerstände

- Berechnung der max. Leistung, die der Widerstand abführen kann:

$$P_{\max} = \frac{U_{\text{ch}}^2}{R_{\text{sum}}}$$

12.6.3 Auswahltabelle

Parameter	Einheit		Beschreibung
	Met	Imp	
A(P _N)	%	%	Auslastung des Bremswiderstands, bezogen auf die Bemessungsleistung Mögliche Meldungen: ▶ Dauerauslastung des Bremschoppers >100 % (☐ 557)
A(P _{max})	%	%	Auslastung des Bremswiderstands, bezogen auf die max. Bremsleistung Mögliche Meldungen: ▶ Auslastung > 100 %, bezogen auf die Spitzenbremsleistung (☐ 558)
Typ			Typ des gewählten Bremswiderstands
R _B	Ohm	Ohm	Widerstandswert Mögliche Meldungen: ▶ Resultierender Bremswiderstand zu klein (☐ 559)
R _{res}	Ohm	Ohm	Resultierender Widerstand aus der Verschaltung der einzelnen Widerstände
P _N	W	W	Bemessungsleistung des Widerstandes
W	kWs	kWs	Wärmekapazität des Bremswiderstands • Die Wärmekapazität beschreibt die Überlastfähigkeit eines abgekühlten Bremswiderstands. • Die Wärmekapazität ist in den technischen Daten des Bremswiderstands angegeben. • Da die Bremsvorgänge in der Regel sehr kurz sind, muss der Bremswiderstand die Energie thermisch speichern können, ohne durch Überhitzung Schaden zu nehmen. Aufgrund der kurzen Bremsvorgänge kann er nur wenig Energie durch Wärmestrahlung oder -konvektion an die Umwelt abgeben.
τ _{th,Rb}	s	s	Thermische Zeitkonstante zur Prüfung des Bremswiderstands
Schutzart			Schutzart des gewählten Bremswiderstands ▶ IP-Schutzart (☐ 409)
Temperaturschalter			Temperaturschalter • Angabe, ob der Bremswiderstand mit einem Temperaturschalter ausgerüstet ist.

12.6.4 IP-Schutzart

Der Bremswiderstand kann durch eindringende Gegenstände, Stäube und Flüssigkeiten gefährdet sein.

- Wählen Sie die Schutzart so, dass der Bremswiderstand ausreichend geschützt ist gegen Eindringen von Fremdkörpern, Staub und Wasser.

Auszug aus DIN 40050

Berührungsschutz/Fremdkörperschutz

Schutzart	Funktion
IP 2x	Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser größer als 12 mm (mittelgroße Fremdkörper). Fernhalten von Fingern oder ähnlichen Gegenständen.
IP 5x	Schutz gegen schädliche Staubablagerungen. • Das Eindringen von Staub ist nicht vollkommen verhindert; aber der Staub darf nicht in solchen Mengen eindringen, dass die Arbeitsweise des Betriebsmittels beeinträchtigt wird (staubgeschützt). Vollständiger Berührungsschutz.
IP 6x	Schutz gegen Eindringen von Staub (staubdicht). Vollständiger Berührungsschutz.

Schutz gegen Wasser

Schutzart	Funktion
IP x3	Schutz gegen Wasser, das in einem beliebigen Winkel bis 60° zur Senkrechten fällt (Spritzwasser).
IP x4	Schutz gegen Wasser, das aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel (Gehäuse) spritzt (Spritzwasser).
IP x5	Schutz gegen einen Wasserstrahl aus einer Düse, der aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel (Gehäuse) gerichtet wird (Strahlwasser).

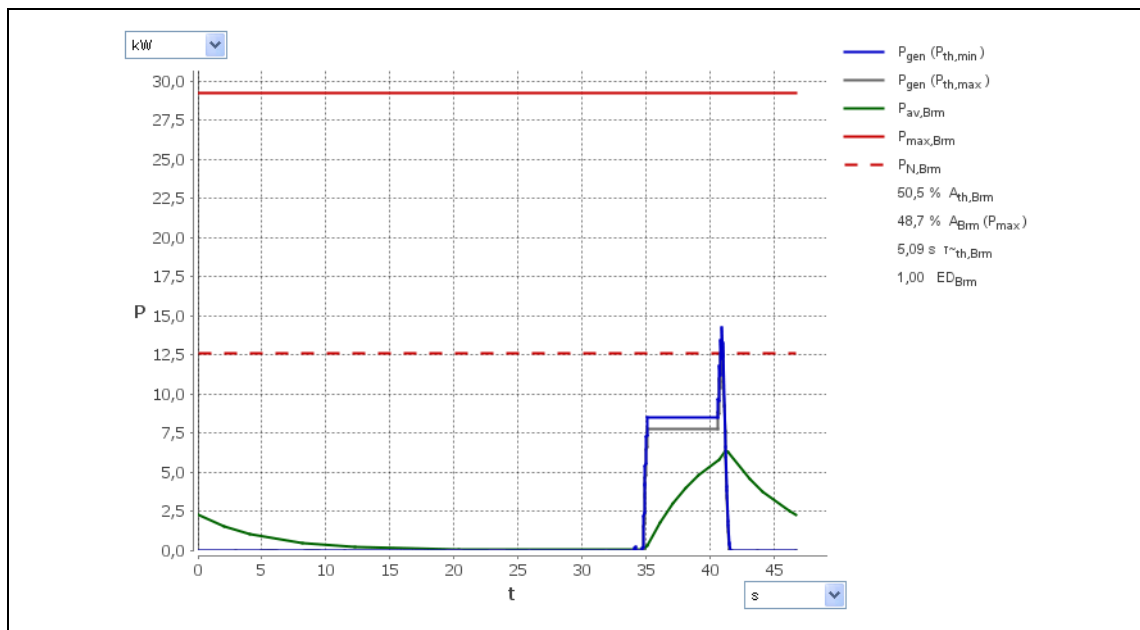
12.6.5 Auslastung integrierter Bremstransistor

12.6.5.1 Bremstransistor im Umrichter

Folgende Umrichter haben einen integrierten Bremstransistor, an den Bremswiderstände angeschlossen werden können.

- Servoumrichter 9400 HighLine
- Frequenzumrichter 8400
- Frequenzumrichter 8400 protec
- Frequenzumrichter 8400 motec

Durch die Nachbildung geräteinterner Überwachungsfunktionen bewertet DSD den Strombedarf und ermittelt daraus die Auslastung des Bremstransistors.



[12-4] Diagramm Umrichter: Auslastung integrierter Bremstransistor

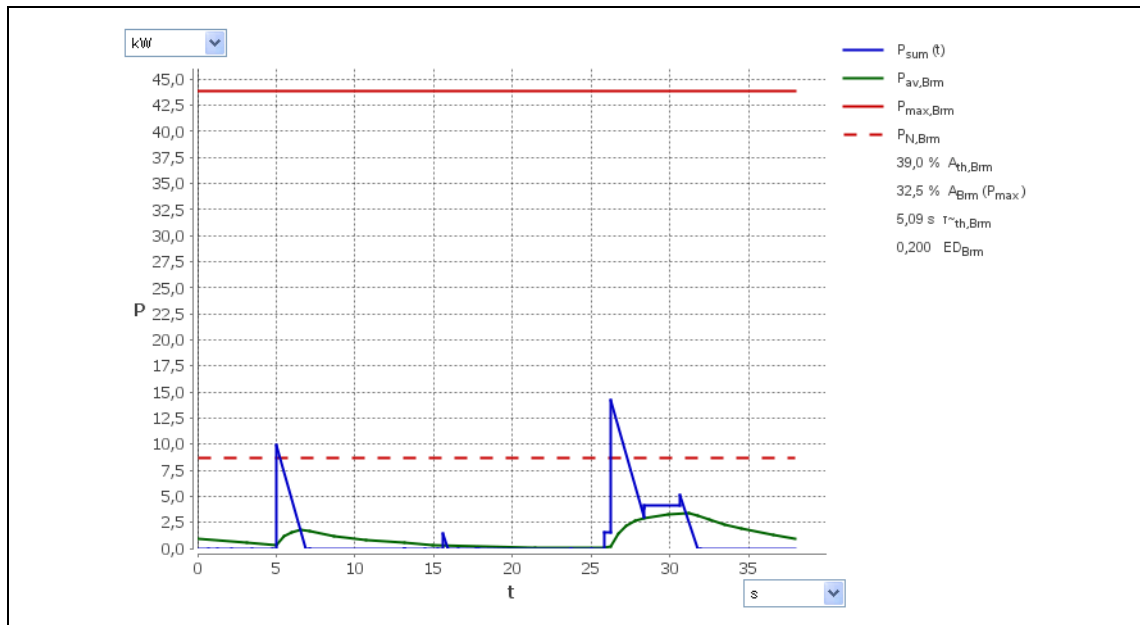
Beschreibung	
$P_{gen}(P_{th,min})$	Generatorische DC-Leistung am Bremstransistor unter Annahme des besten Wirkungsgrads von Motor, Getriebe und Umrichter.
$P_{gen}(P_{th,max})$	Generatorische DC-Leistung am Bremstransistor unter Annahme des schlechtesten Wirkungsgrads von Motor, Getriebe und Umrichter
$P_{av,Brm}$	Mittlere Bremsleistung am Bremstransistor, unter Berücksichtigung der thermischen Zeitkonstante ($\tau_{th,Brm}$)
$P_{max,Brm}$	Spitzenbremsleistung des Bremstransistors
$P_{N,Brm}$	Dauerbremsleistung des Bremstransistors
$A_{th,Brm}$	Thermische Auslastung des Bremstransistors. • Mögliche Meldung: Die Dauerauslastung des Bremstransistors beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.
$A_{Brm}(P_{max})$	Auslastung des Bremstransistors, bezogen auf die Spitzenbremsleistung • Mögliche Meldung: Die max. Auslastung des Bremstransistors beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.
$\tau_{th,Brm}$	Thermische Zeitkonstante zur Prüfung des Bremstransistors
ED_{Brm}	Relative Einschaltdauer des Bremswiderstands (Puls-Pause-Verhältnis)

12.6.5.2 Bremstristor im Versorgungsmodul oder Versorgungs- und Rückspeisemodul

Folgende Versorgungsmodule und Versorgungs- und Rückspeisemodule haben einen integrierten Bremstristor, an die Bremswiderstände angeschlossen werden können.

- Versorgungsmodul 9400
- Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400
- Versorgungsmodul i700

Durch die Nachbildung geräteinterner Überwachungsfunktionen bewertet DSD den Strombedarf und ermittelt daraus die Auslastung des Versorgungsmoduls oder Versorgungs- und Rückspeisemoduls.



[12-5] Diagramm Versorgungsmodul oder Versorgungs- und Rückspeisemodul: Auslastung integrierter Bremstristor

Beschreibung	
$P_{\text{sum}}(t)$	Generatorische Gesamtleistung im DC-Zwischenkreis über die Zeit
$P_{\text{av,Brm}}$	Mittlere Bremsleistung am Bremstristor ermittelt unter Verwendung der thermischen Zeitkonstante ($\tau_{\text{th,Brm}}$)
$P_{\text{max,Brm}}$	Spitzenbremsleistung des Bremstristors
$P_{\text{N,Brm}}$	Dauerbremsleistung des Bremstristors
$A_{\text{th,Brm}}$	Thermische Auslastung des Bremstristors. • Mögliche Meldung: Die Dauerauslastung des Bremstristors beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.
$A_{\text{Brm}}(P_{\text{max}})$	Auslastung des Bremstristors, bezogen auf die Spitzenbremsleistung • Mögliche Meldung: Die max. Auslastung des Bremstristors beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.
$\tau_{\text{th,Brm}}$	Thermische Zeitkonstante zur Prüfung des Bremstristors
ED_{Brm}	Relative Einschaltdauer des Bremswiderstands (Puls-Pause-Verhältnis)

12.6.6 Auslastung Bremswiderstand

Durch die Nachbildung geräteinterner Überwachungsfunktionen bewertet DSD den Strombedarf und ermittelt daraus die Auslastung des Bremswiderstands.

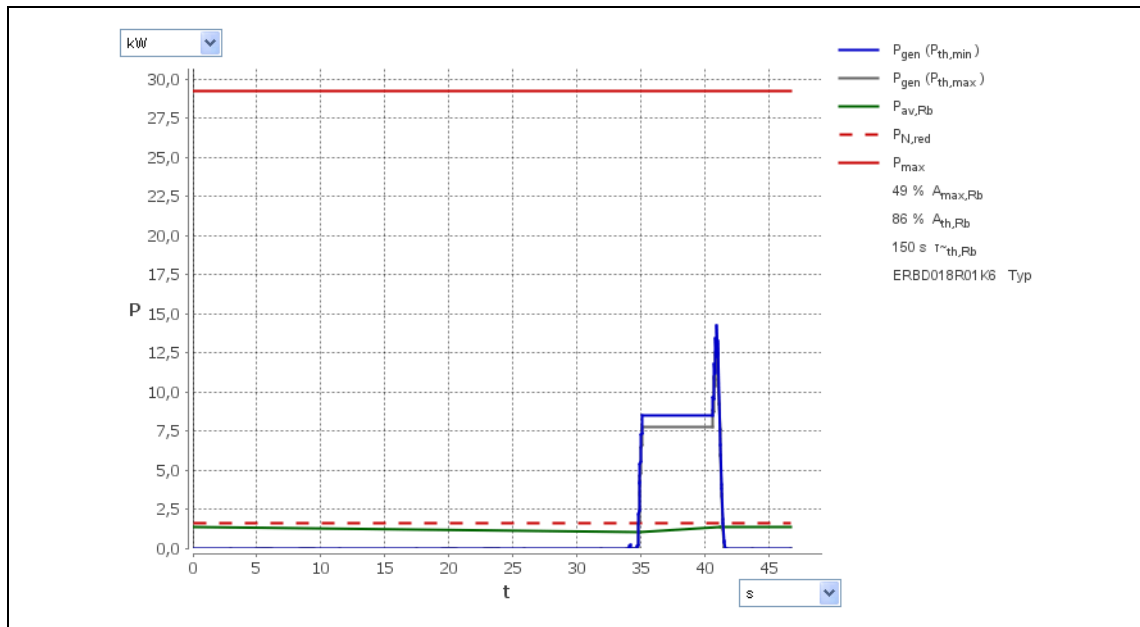
- Verwenden Sie Bremswiderstände mit einer Überwachungseinrichtung (z. B. Thermokontakt), damit bei Überlastung das Netzschütz abgeschaltet wird.

12.6.6.1 Bremswiderstand am Umrichter

Folgende Umrichter haben einen integrierten Bremstransistor, an den Bremswiderstände angeschlossen werden können.

- Servoumrichter 9400 HighLine
- Frequenzumrichter 8400
- Frequenzumrichter 8400 protec
- Frequenzumrichter 8400 motec

Durch die Nachbildung geräteinterner Überwachungsfunktionen bewertet DSD den Strombedarf und ermittelt daraus die Auslastung des Bremswiderstands.



[12-6] Diagramm Umrichter: Auslastung Bremswiderstand

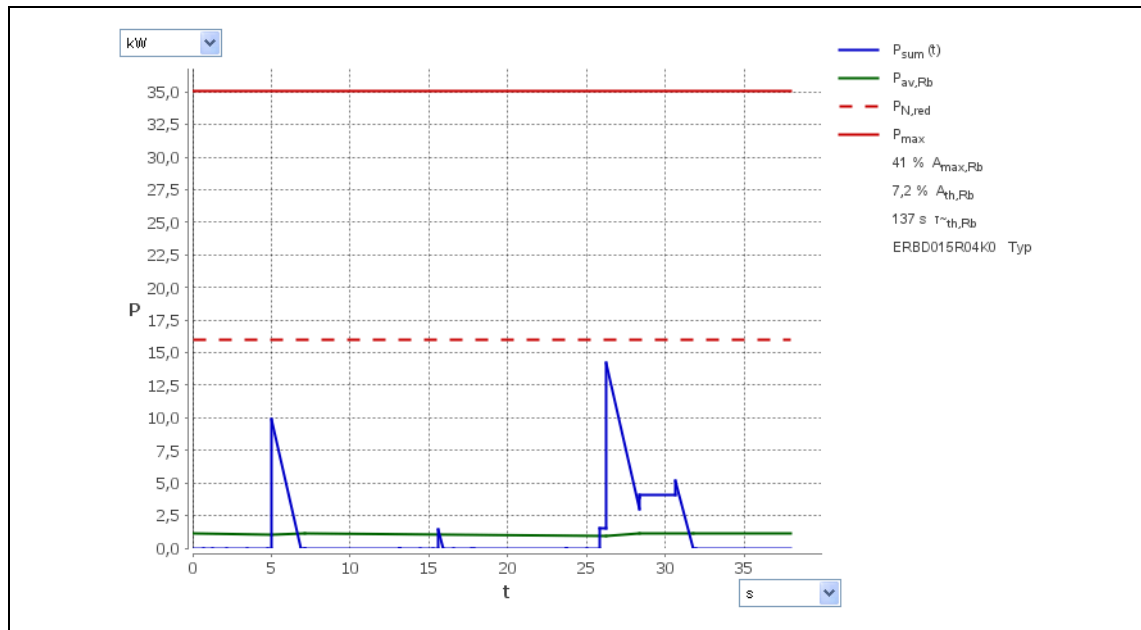
Beschreibung	
$P_{\text{gen}}(P_{\text{th,min}})$	Generatorische DC-Leistung am Bremswiderstand, unter Annahme des besten Wirkungsgrads von Motor, Umrichter und Getriebe
$P_{\text{gen}}(P_{\text{th,max}})$	Generatorische DC-Leistung am Bremswiderstand, unter Annahme des schlechtesten Wirkungsgrads von Motor, Umrichter und Getriebe
$P_{\text{av,Rb}}$	Mittlere Bremsleistung am Bremswiderstand, ermittelt unter Verwendung der thermischen Zeitkonstante $\tau_{\text{th,Rb}}$
$P_{\text{N,red}}$	Dauerleistung des Bremswiderstands
P_{max}	Spitzenleistung des Bremswiderstands
$A_{\text{max,Rb}}$	Max. Auslastung des Bremswiderstands Mögliche Meldung: Die max. Auslastung des Ersatzwiderstands beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.
$A_{\text{th,Rb}}$	Thermische Auslastung des Bremswiderstands Mögliche Meldung: Die Dauerauslastung des Ersatzwiderstands beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.
$\tau_{\text{th,Rb}}$	Thermische Zeitkonstante zur Prüfung des Bremswiderstands
Typ	Typ Bremswiderstand

12.6.6.2 Bremswiderstand am Versorgungsmodul oder Versorgungs- und Rückspeisemodul

Folgende Versorgungsmodule und Versorgungs- und Rückspeisemodule haben einen integrierten Bremstransistor, an die Bremswiderstände angeschlossen werden können.

- Versorgungsmodul 9400
- Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400
- Versorgungsmodul i700

Durch die Nachbildung geräteinterner Überwachungsfunktionen bewertet DSD den Strombedarf und ermittelt daraus die Auslastung des Bremswiderstands.



[12-7] Diagramm Versorgungsmodul oder Versorgungs- und Rückspeisemodul: Auslastung Bremswiderstand

Beschreibung	
$P_{sum}(t)$	Generatorische Gesamtleistung im DC-Zwischenkreis über die Zeit
$P_{av,Rb}$	Mittlere Bremsleistung am Bremswiderstand, ermittelt unter Verwendung der thermischen Zeitkonstante $\tau_{th,Rb}$
$P_{N,red}$	Dauerleistung des Bremswiderstands
P_{max}	Spitzenleistung des Bremswiderstands
$A_{max,Rb}$	Max. Auslastung des Bremswiderstands Mögliche Meldung: Die max. Auslastung des Ersatzwiderstands beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.
$A_{th,Rb}$	Thermische Auslastung des Bremswiderstands Mögliche Meldung: Die Dauerauslastung des Ersatzwiderstands beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.
$\tau_{th,Rb}$	Thermische Zeitkonstante zur Prüfung des Bremswiderstands
Typ	Typ Bremswiderstand

13 Produktoptionen

Nach der durchgeführten Antriebsauslegung können Sie detailliert Produktoptionen zum Motor, Getriebe und Umrichter wählen und konfigurieren. Diese Produktoptionen sind erforderlich, wenn aus dem Auslegungsergebnis eine Bestellung erstellt werden soll.

- Merkmale, die im Zuge der Antriebsauslegung gewählt wurden, sind in den Produktoptionen fix gesetzt und lassen sich nur in den entsprechenden Auslegungsschritten ändern.
- Bei nicht konfigurierbaren Produkten (z. B. Bremswiderstände) dienen die angezeigten Produktoptionen der Information.

Für die Produktoptionen wird die Produktkonfiguration des »EASY Product Finder« als zentralen Service verwendet. Dadurch nutzt der DSD stets aktuelle Produktmodelle. So sind z. B. neue Produktoptionen direkt verfügbar, ohne ein DSD-Update durchgeführt werden muss.

Beim Speichern des DSD-Projekts mit der Produktkonfiguration werden konfigurierte Produktoptionen ebenfalls gespeichert. Nach dem Öffnen des DSD-Projekts sind somit auch die konfigurierten Produktoptionen wieder verfügbar. Bei erneuter Konfiguration des DSD-Projekts können auch die konfigurierten Produktoptionen überschrieben werden.



Tipp!

Erzeugen Sie eine Alternative vom Projekt, um den gespeicherten Stand der Produktoptionen zu erhalten. In der Alternative können Sie dann das DSD-Projekt und die Produktoptionen neu konfigurieren.

Zusammenspiel von DSD und »EASY Product Finder«

Nach dem Festlegen der Produktoptionen im DSD speichern Sie den Warenkorb in eine Datei. Diese Datei wird nun in den Warenkorb des »EASY Product Finder« geladen. Jetzt können Sie weitere Produkte für Ihr Projekt wählen, im Warenkorb ablegen und z. B. sofort eine Anfrage an den Lenze-Vertrieb senden, Preisinformationen abfragen und CAD-Daten erzeugen.



Tipp!

Für Produkte, die im DSD nicht konfigurierbar sind, wird in der Warenkorbdatei ein Platzhalter angelegt. Im »EASY Product Finder« können Sie den Platzhaltern geeignete Produkte manuell zuordnen.

Konfiguration der Produktoptionen nicht möglich

Ist die Konfiguration nicht möglich, kann dies verschiedene Ursachen haben.

Ursache	Mögliche Abhilfen
Fehler bei der Übergabe von Parameterwerten für die Produktkonfiguration.	Lenze-Vertriebspartner kontaktieren.
Keine Internetverbindung.	Internetverbindung prüfen.
Der Server des »EASY Product Finder« ist aufgrund von Wartungsarbeiten momentan nicht verfügbar.	Ggf. die Internetadresse eines anderen Servers einstellen. ► Register "Netzwerkverbindungen" (📖 44)

14 Energieeffizienz

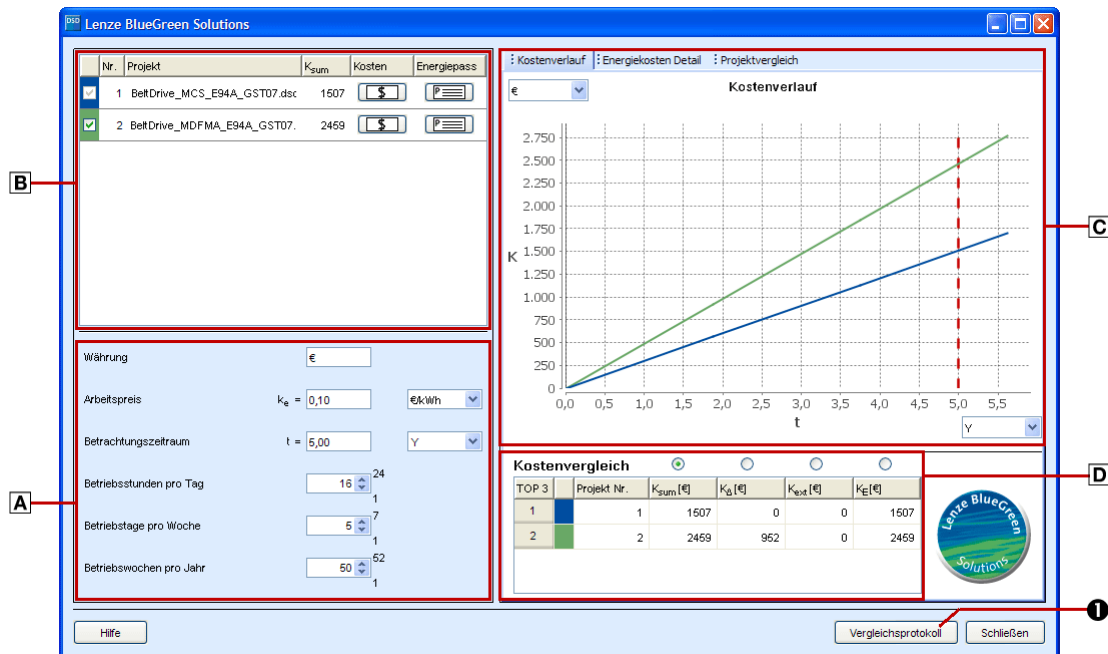
Mit Lenze BlueGreen Solutions können Sie Energieeffizienz-Berechnungen für ausgelegte Antriebe durchführen.

- Durch einen Projektvergleich können Sie die verschiedenen mechanischen Konzepte und die unterschiedlichen Antriebskomponenten hinsichtlich ihres Energiebedarfs vergleichen und energetisch optimieren.
- Für die gesamte Produktionsanlage können Sie den Energieanteil an den Produktionskosten und die Energieemissionen für CO₂-Zertifikate der Europäischen Union ermitteln.
- Ermitteln Sie Investitionskosten, Kostenverläufe, Kostenrankings und die Gesamtkosten des Antriebssystems.
- Die Ergebnisse der Energieeffizienz-Berechnung sind Näherungswerte.
 - Sprechen Sie mit dem Lenze-Vertrieb, wenn Sie die Energieeffizienz des Antriebssystems unter realen Betriebsbedingungen ermitteln möchten.
- Die Energieeffizienz-Berechnung berücksichtigt die wichtigen Verluste im Antriebssystem.
 - Berücksichtigte Verlustquellen: Anwendung, Getriebe, zusätzliches Antriebselement, Motor, Umrichter, Versorgungs- und Rückspeisemodule, Bremschopper und Bremswiderstände, DC-Verbundbetrieb.
 - Ausgenommen sind Verluste folgender Komponenten: Motorlüfter, Motorbremse, Filter, Netzdrossel, Leitungen, Zusatzmodule des Umrichters, Automatisierungskomponenten.
 - Die Verluste der Anwendung basieren auf den in DSD eingegebenen Wirkungsgrad der Anwendung.

14.1

Lenze BlueGreen Solutions

- Klicken Sie im Auslegungsschritt "Protokoll" auf die Schaltfläche , um das Dialogfeld *Lenze BlueGreen Solutions* zu öffnen.



A [Basisdaten zur Energiekostenberechnung](#) (417)

B [Projektdateien](#) (418)

C [Diagramme und Projektvergleich](#) (418)

D [Kostenvergleich TOP 3](#) (419)

1 Vergleichsprotokoll öffnen

- Gegenüberstellung von Daten und Kosten der in den Vergleich einbezogenen Antriebssysteme.
- Das Ausgabeformat ist einstellbar. [Einstellungen Ausgabe](#) (440)

14.1.1

Basisdaten zur Energiekostenberechnung

Bezeichnung	Beschreibung
Währung	Festlegung der Währungseinheit Die Währung wird in allen Berechnungen der Energiekosten dargestellt.
Arbeitspreis k_e	Preis pro Energieeinheit
Betrachtungszeitraum t	Die Berechnung der Energiekosten erfolgt für den angegebenen Zeitraum. - Betrachtungszeitraum kann z. B. Amortisationszeit sein. - Im Diagramm "Kostenverlauf" ist der Betrachtungszeitraum markiert. - Mögliche Zeiteinheiten: - D: Tag - M: Monat - Y: Jahr
Betriebsstunden pro Tag	Betriebsdauer des Antriebssystems: Durchschnittliche Stunden pro Tag
Betriebstage pro Woche	Betriebsdauer des Antriebssystems: Durchschnittliche Tage pro Woche
Betriebswochen pro Jahr	Betriebsdauer des Antriebssystems: Durchschnittliche Wochen pro Jahr

14.1.2 Projektdaten

Bezeichnung	Beschreibung
	Auswahl der Projekte, die miteinander verglichen werden sollen. - Anzeige aller Projekte, die aktuell in DSD geöffnet sind. - Das Projekt, aus dem Sie Lenze BlueGreen Solutions geöffnet haben, ist Referenzprojekt. Es steht an erster Stelle und ist nicht abwählbar. - Entfernen Sie das Häkchen, wenn Sie Projekte nicht in den Vergleich einbeziehen möchten. - Jedem Projekt ist eine Farbe zugeordnet. Dadurch können Sie es im Kostenverlauf-Diagramm und beim Kostenvergleich einfach erkennen.
Nr.	Projektnummer, die dem Projekt automatisch zuordnet wird. DSD vergibt die Projektnummer nach Reihenfolge der geöffneten Projekte.
Projekt	Name des Projekts. Zeigt den Dateinamen des DSD-Projekts.
K_{sum}	Summe aus Energiekosten K_E (variable Kosten) und Investitionskosten K_{ext} (fixe Kosten).
Kosten	 Eingabe der Investitionskosten K_{ext}. - Schaltfläche betätigen, um das Dialogfeld <i>Preiseingabe</i> zu öffnen. - Sie können Preise und mögliche Rabatte für Komponenten und Anwendung eingeben. - Übernehmen Sie die Werte. Die Spalte K_{sum}  zeigt die summierten Kosten an. ► Investitionskosten der Antriebskomponenten (421)
Energiepass	 Energiepass des Antriebssystems. - Schaltfläche betätigen, um den Energiepass zu öffnen. - Das Ausgabeformat ist einstellbar. Einstellungen Ausgabe (440) ► Der Energiepass (421)

14.1.3 Diagramme und Projektvergleich

Bezeichnung	Beschreibung
Kostenverlauf	Kostenverläufe als Liniendiagramm. - Der Amortisationszeitpunkt der Investition lässt sich einfach ermitteln, wenn alle fixen Kosten eingetragen sind. - Hinweis: - Die Berechnung basiert auf eine konstant bleibende Auslastung der Maschine. - Änderungen des Arbeitspreises werden nicht berücksichtigt.
Energiekosten Detail	Energiekosten im Säulendiagramm. - Die Energiekosten des Antriebssystems sind als Säule dargestellt. - Die Energiekosten der Komponenten sind farblich unterschiedlich dargestellt. Dadurch können Sie Kostenunterschiede leicht erkennen.
Projektvergleich	Tabellarische Darstellung der Daten. Energiewerte und Kosten der Anwendung und Komponenten lassen sich einfach vergleichen.

Tabellarischer Projektvergleich

Die tabellarische Darstellung liefert ergänzend zur grafischen Darstellung exakte Zahlenwerte.

The screenshot shows the 'Projektvergleich' (Project Comparison) window in the Lenze BlueGreen Solutions software. It displays a table comparing two projects: 'Project_motion.dsd' and 'Project_hoist.dsd'. The table includes columns for 'Nr.' (Number), 'Projekt' (Project), 'K_{sum}' (Sum of costs), 'Kosten' (Costs), and 'Energiepass' (Energy pass). Below the table, there are input fields for 'Währung' (Currency), 'Arbeitspreis' (Unit price), 'Betrachtungszeitraum' (Consideration period), 'Betriebsstunden pro Tag' (Operating hours per day), 'Betriebstage pro Woche' (Operating days per week), and 'Betriebswochen pro Jahr' (Operating weeks per year). The right side of the window shows a detailed comparison of parameters for the two projects, including efficiency, energy consumption, and costs.

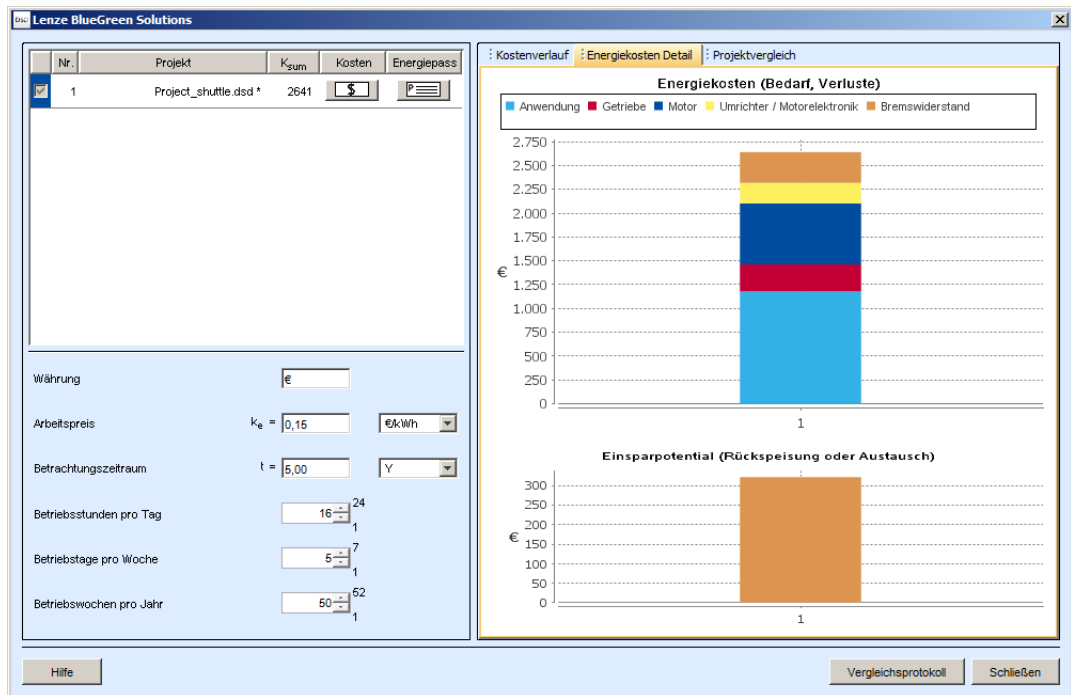
Paramètre	1	2
Betrachtung der Energieeffizienz		
Mittlere Betriebsdauer Maschine	46 %	46 %
Energieaufwand im Betrachtungszeitraum	38975 kWh	49560 kWh
Energiekosten im Betrachtungszeitraum	5846 €	7434 €
Einsparung bei Rückspeisung	1251 €	3091 €
Gesamte Investitionskosten	0 €	0 €
Anwendung		
Anwendungsmodell	Fahrertrieb	Hubantrieb ohne Geg
Max. Leistung Anwendung	9,38 kW	13,6 kW
Max. erforderliches Drehmoment	416 Nm	647 Nm
Max. Drehzahl Anwendung	263 1/min	226 1/min
Verluste	7385 kWh	3172 kWh
Energiekosten	1108 €	476 €
Lenze-Getriebe		
Getriebe	g500-B820	g500-B1500
Stufenzahl	3	3
Verluste	5156 kWh	7552 kWh
Energiekosten	773 €	1133 €
Motor		
Motorgruppe	MCA	MHXMA
Typenbezeichnung	19S35-	132-22
Verluste	13118 kWh	10820 kWh
Energiekosten	1968 €	1638 €
Umrücker / Motorelektronik		
Typ Umrücker	E84AVTCx1534	E84ASHE0324
Verluste	4955 kWh	7310 kWh
Energiekosten	743 €	1096 €
Elektrische Bremsseinheit		
Typ Integrierter Brems transistor		E84ASxE0324
Typ Bremswiderstand	ERBS018R01 K2	ERBS018R02 K8
Verluste	8339 kWh	20606 kWh
Energiekosten Bremswiderstand	1251 €	3091 €

14.1.4 Kostenvergleich TOP 3

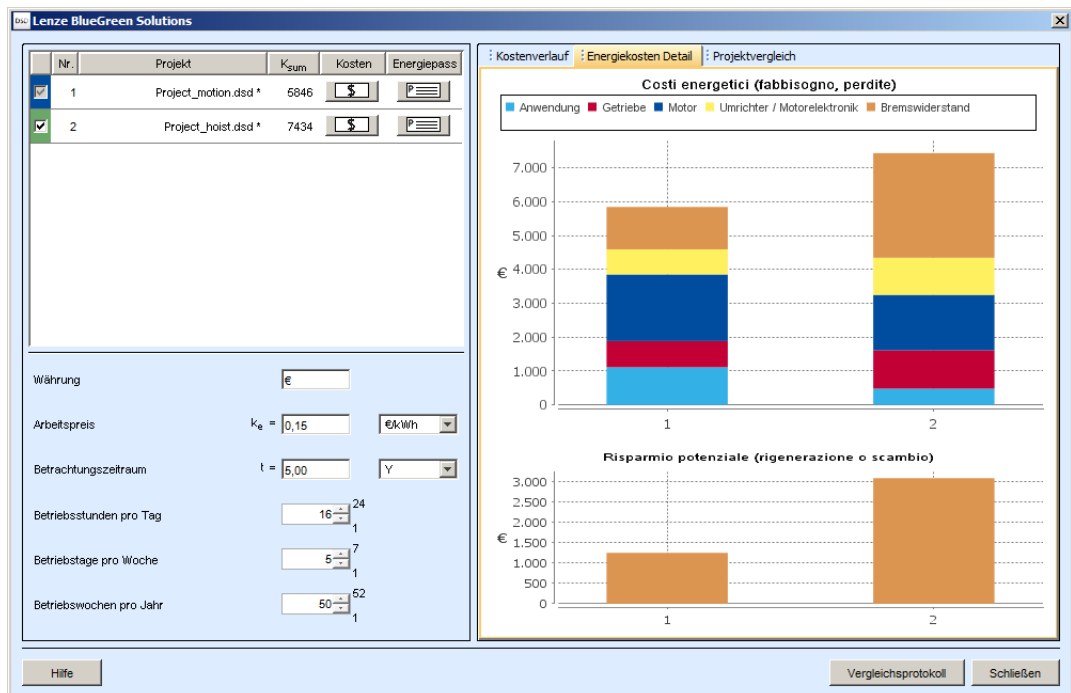
Bezeichnung	Beschreibung
TOP 3	Ranking der Antriebssysteme nach unterschiedlichen Kostenkriterien. Welche drei Projekte in der Liste angezeigt werden, ist abhängig vom gewählten Kostenkriterium.
Projekt Nr.	Projektnummer, die dem Projekt automatisch zuordnet wird. DSD vergibt die Projektnummer nach Reihenfolge der geöffneten Projekte. ► Projektdaten (418)
K _{sum}	Summe aus Energiekosten K _E (variable Kosten) und Investitionskosten K _{ext} (fixe Kosten). ► Projektdaten (418)
K _Δ	Differenz der Gesamtkosten K _{sum} der Projekte. Die Differenz zum höchsten Wert in der Liste wird angezeigt.
K _{ext}	Investitionskosten (fixe Kosten). ► Projektdaten (418)
K _E	Energiekosten (variable Kosten) ► Projektdaten (418)
	Sortierung der Tabelle nach einem Kostenkriterium. - Wählen Sie die Spalte mit den Kosten, die Sie betrachten möchten. - Die Sortierung ist aufsteigend, beginnend mit den niedrigsten Kosten.

14.1.4.1 Energiekosten im Detail

Die Diagramme zeigen die anteiligen Energiekosten (Verluste) der vorhandenen Antriebskomponenten (Getriebe, Motor, Umrichter) und der Anwendung, auf Basis der eingegebenen Betriebsdaten und des Energiepreises. So lassen sich Vergleiche mehrerer Antriebslösungen von unterschiedlichen Anwendungen oder auch alternative Antriebslösungen für identische Anwendungen grafisch miteinander vergleichen.



[14-1] Anteilige Energiekosten der Antriebskomponenten von einem Antrieb



[14-2] Anteilige Energiekosten der Antriebskomponenten von zwei Antrieben im Vergleich

14.1.4.2 Investitionskosten der Antriebskomponenten

Über diesen Dialog können Sie optional Preise und Rabatte der Antriebskomponenten eingeben. Die Preise werden im Diagramm Kostenverlauf als Investitionskosten dargestellt und liefern wichtige Entscheidungskriterien zur Amortisation.

	Listenpreis	Rabatt	Endpreis
Getriebemotor / Motor	0,0	0,0 %	0
Umrichter	0,0	0,0 %	0
Zwischenkreiskomponenten	0,0	0,0 %	0
Elektrischer Bremskreis	0,0	0,0 %	0
Anwendung	0,0	0,0 %	0

[14-3] Eingabe der Investitionskosten der Antriebskomponenten

14.1.5 Der Energiepass

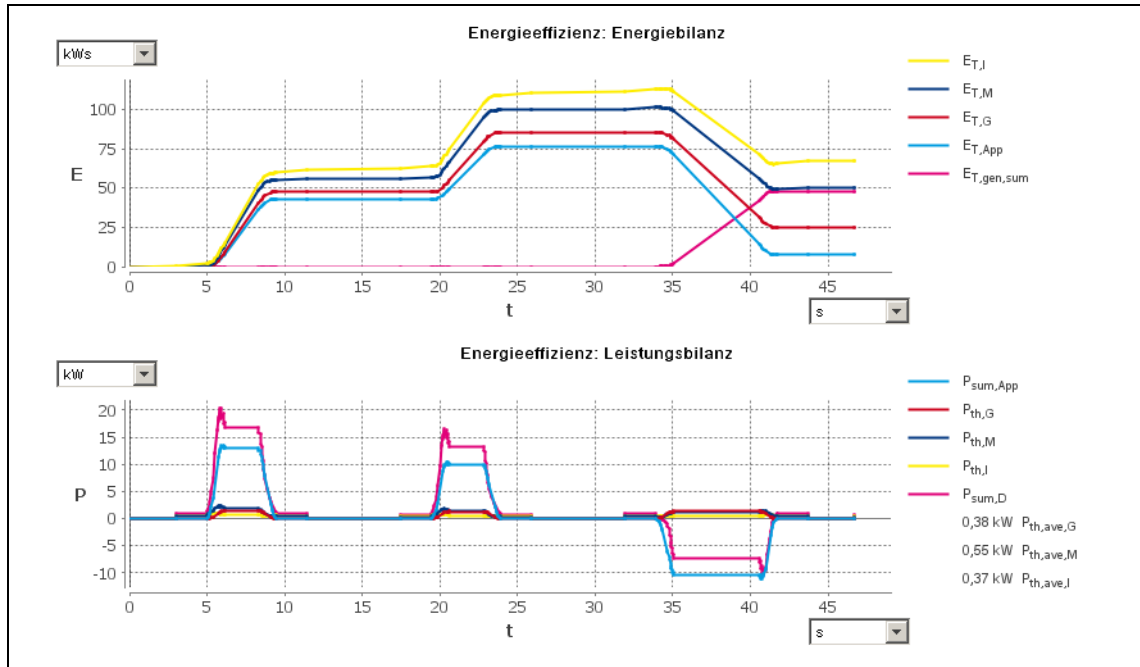
Die Ergebnisse der Energieeffizienz-Berechnung werden im Energiepass dokumentiert:

- Der Energiepass enthält detaillierte Informationen zum Energiebedarf der Anwendung, den verschiedenen Antriebskomponenten und dem gesamten Antriebssystem.
- Die Energiekosten werden transparent und übersichtlich dargestellt.
- Zusätzlich wird die rückspeisbare Energie dargestellt, die über den DC-Bus ausgetauscht oder über ein Rückspeisemodul in das Versorgungsnetz zurückgeführt werden kann.
- Für das gesamte Antriebssystem wird die CO₂-Emission gemäß des CO₂-Äquivalents 550 g/kWh (Quelle VDI) für den Energiebedarf und für die rückspeisbare Energie gezeigt.
- Für das gesamte Antriebssystem werden alle Ergebnisse für den Maschinenzyklus (Zykluszeit des Bewegungsprofils) und für den gewählten Betrachtungszeitraum (z. B. 5 Jahre) summiert.
- Für die Antriebskomponenten und für die Anwendung werden der Energiebedarf und die Kosten für den gesamten Betrachtungszeitraum ermittelt.

14.1.6 Energie- und Leistungsflüsse

Die Diagramme zeigen die Energie- und die Verlustleistungsverläufe der Antriebskomponenten als Funktion der Zeit, für einen Betriebszyklus. Dieses Beispiel bezieht sich auf einen Hubantrieb.

- Die Diagramme zur Energieeffizienz finden Sie im Ergebnisbaum unter *Alle Diagramme*.



[14-4] Energie- und Leistungsverläufe eines Hubantriebs mit Beschleunigungs- und Bremsphasen

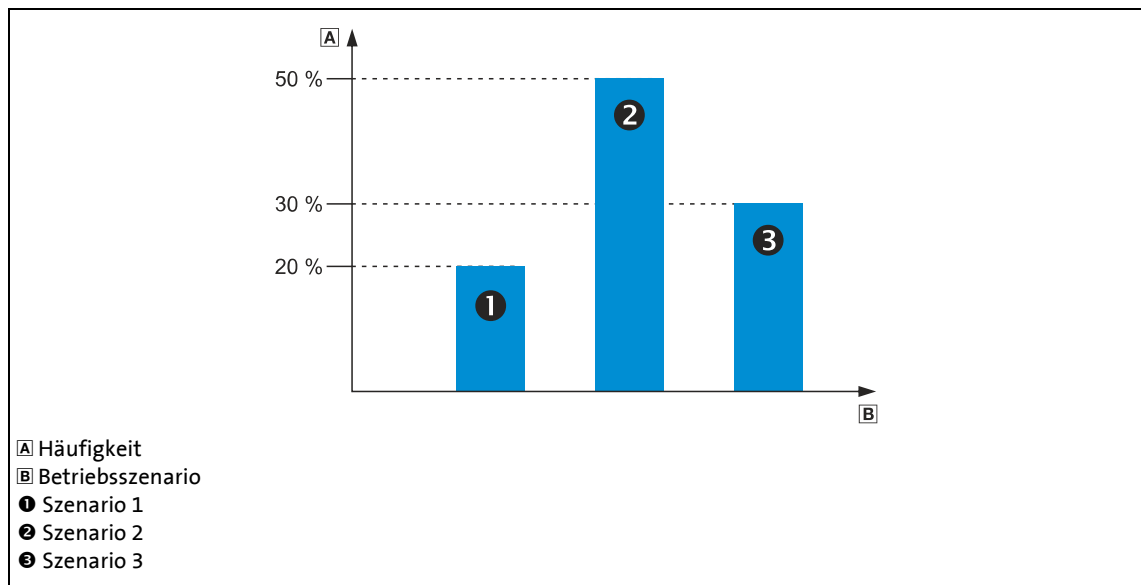
Beschreibung	
$E_{T,I}$	Energieverlauf am Umrichtereingang (elektrische Energie)
$E_{T,M}$	Energieverlauf an den Motorklemmen (elektrische Energie)
$E_{T,G}$	Energieverlauf am Getriebeingang (mechanische Energie)
$E_{T,App}$	Energieverlauf an der Applikation (mechanische Energie)
$E_{T,gen,sum}$	Generatorischer Energieverlauf am Zwischenkreis (elektrische Energie)
$P_{sum,App}$	Verlustleistungsverlauf der Applikation (mechanische Leistung)
$P_{th,G}$	Verlustleistungsverlauf des Getriebes (mechanische Leistung)
$P_{th,M}$	Verlustleistungsverlauf des Motors (elektrische Leistung)
$P_{th,I}$	Verlustleistungsverlauf des Umrichters (elektrische Leistung)
$P_{sum,D}$	Gesamte Verlustleistungsverlauf des Antriebssystems
$P_{th,ave,G}$	Mittlere Verlustleistung des Getriebes (mechanische Leistung)
$P_{th,ave,M}$	Mittlere Verlustleistung des Motors (elektrische Leistung)
$P_{th,ave,I}$	Mittlere Verlustleistung des Umrichters (elektrische Leistung)

14.1.7 Energieeffizienzanalyse bei unterschiedlichen Lastkollektiven

Der DSD-Energiepass basiert auf repetierende Betriebszyklen mit identischen Lastprofilen. In der Praxis werden jedoch oftmals verschiedene Szenarien und Betriebszyklen (z. B. unterschiedliche Bewegungsprofile und wechselnde Nutzlasten) mit bestimmten Häufigkeiten gefahren.

Dieses Kapitel beschreibt, wie für verschiedene Szenarien ein Gesamt-Energiepass erstellt wird.

Bei Bedarf kann im späteren Betrieb der Anlage der gesamte Energiebedarf per Monitoring erfasst und mit den Auslegungen im DSD verglichen werden.



[14-5] Beispiel: Betrieb mit unterschiedlichen Lastkollektiven

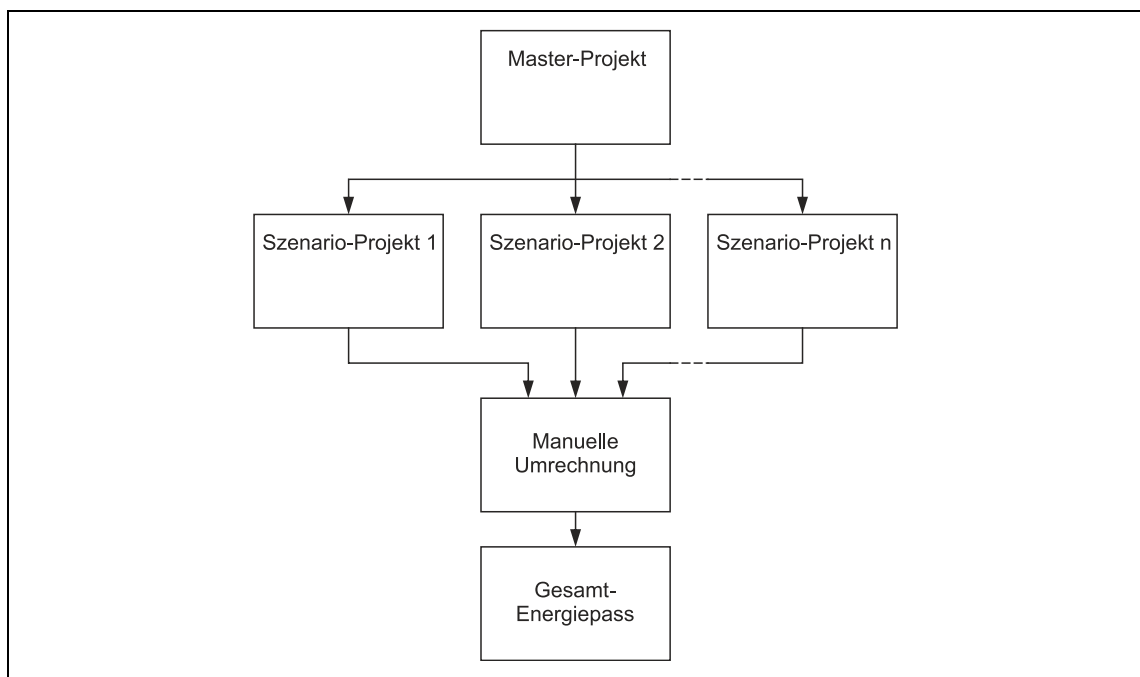
Beispiel einer Anwendung mit drei unterschiedlichen Lastkollektiven:

DSD	Fixe Masse [kg]	Nutzlast [kg]	Geschwindigkeit [m/s]	Nutzungsdauer [Wochen/Jahr]
Szenario-Projekt 1	500	300	1,2	10
Szenario-Projekt 2	500	210	0,8	15
Szenario-Projekt 3	500	100	0,5	25



So führen Sie die Energieeffizienzanalyse durch:

1. Ein Master- Projekt für den komplette Antriebsstrang und für alle auftretenden Betriebsarten anlegen.
2. Für die unterschiedlichen Betriebsszenarien die Szenario-Projekte (1 ... n) jeweils vom Master-Projekt ableiten.
 - Der [Application Tuner](#) ist für die Ableitungen ein komfortables Tool.
 - Das Master-Projekt kann auch als Szenario-Projekt verwendet werden.
3. Abschließend die Energiebilanzen aller Szenario-Projekte manuell addieren.
 - Für andere Betrachtungszeiträume müssen die Ergebnisse proportional umgerechnet werden.
 - [Basisdaten zur Energiekostenberechnung](#) (417)



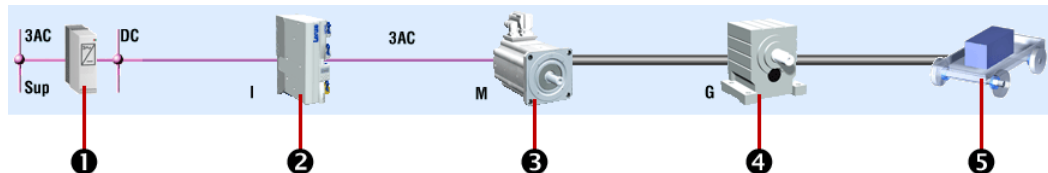
[14-6] Ablauf zur Erstellung eines Energiepasses bei unterschiedlichen Lastkollektiven

14.2 Tipps zur Optimierung von Antriebssystemen

Generell gilt:

- Vermeiden Sie Überdimensionierungen ohne die Komponenten extrem zu überlasten.
- Je länger die Einschaltdauer des Antriebs, desto höher die Einspareffekte.

Weitere Möglichkeiten für eine energieeffiziente Auslegung des Antriebssystems finden Sie in der folgenden Tabelle.



Legende	Mögliche Auslegung
①	Versorgung / Einspeisung • im DC-Zwischenkreisverbund, • mit Rückspeisung ins Netz.
②	Umrichter mit • Servoregelung, • niedriger Schaltfrequenz, • 2-Schaltermodulation (z. B. Frequenzumrichter 8400), • Regelungsart VFC plus eco.
③	Motor • Synchronmotor, IE2-Motor oder 120-Hz-Motor verwenden • Drehzahlstellbereich ausnutzen, z. B. 87-Hz-Betrieb bei Normmotoren
④	Getriebe mit • hohem Wirkungsgrad, • geringer Stufenzahl, • geringer Antriebsdrehzahl.
⑤	Anwendung mit • geringer Reibung, • geringer Trägheit.

14.2.1 Einsparpotenziale bei Anwendungen

Bessere Energieeffizienz durch	1. Elektrische Energie intelligent einsetzen			2. Energie mit hohem Wirkungsgrad wandeln				3. Bremsenergie nutzen		
	Exakte Dimensionierung	Geregelter Betrieb (Umrichter)	Energieeffiziente Regelung	Asynchronmotor mit hohem Wirkungsgrad	Synchronmotor	Getriebe mit hohem Wirkungsgrad	Elektrischer Antrieb statt Fluidantrieb	DC-Verbund für Energieaustausch	Zwischenspeichern der Bremsenergie (Kondensator)	Rückspeisung ins Netz
Förderantrieb	●	●	●	●		●				
Fahrerantrieb	●	□	●	●		●		○		
Hubantrieb	●	●	●	●		●	●	○		●
Positionierantrieb	○	●	●		●		●	●		○
Koordinierter Antrieb für Roboter	○	□	●		●			●		
Gleichlaufantrieb	●	□		●		●		○		
Wickelantrieb	●	□	□	●		●		●		●
Taktantrieb	○	□	●		●		●	●	●	○
Antrieb für Elektronische Kurvenscheibe	○	□	●		●		●	●	●	
Antrieb für Umformprozess	●	●		●	●	●	●			○
Haupt- oder Werkzeugantrieb	●	●	●	●	●					○
Antrieb für Pumpe oder Ventilator	●	●	●	●	○	●				
Kurbeltrieb, Exzenterhubtisch	●	○		●	●	●		○		○

- Stand der Technik
● Viel Potenzial
○ Teilweise Potenzial

14.2.2 Einachsanwendung optimieren

1. Antriebsachse in DSD auslegen.
2. Eine Alternative vom DSD-Projekt anlegen und die Auslegung mit alternativen Antriebskomponenten durchführen. ▶ [Alternative erstellen](#) (📖 56)
3. Die beiden Projekte hinsichtlich der Energieeffizienz vergleichen.
 - Ggf. prüfen, ob Änderungen am Bewegungsprofil sich positiv auf die Energiebilanz auswirken. ▶ [Bewegungsdesign](#) (📖 243)

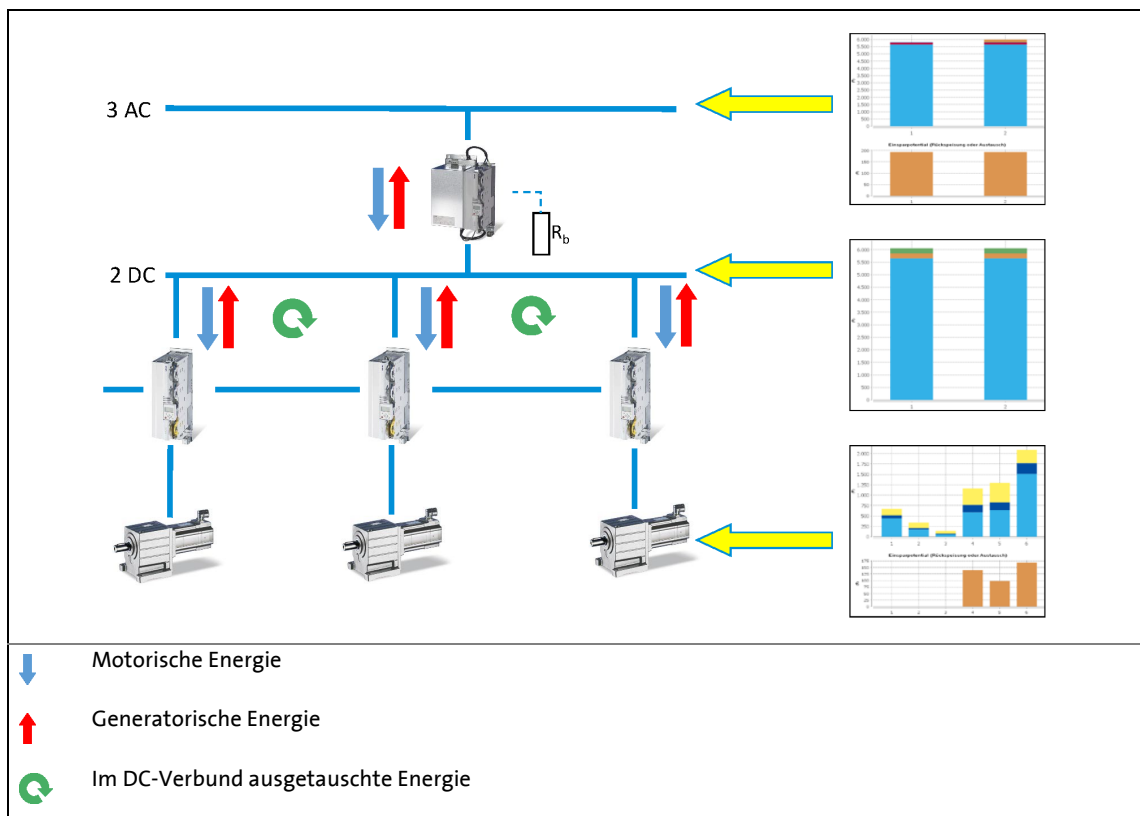
14.2.3 Mehrachsanwendung optimieren

4. Im unabhängigen *MotionDesigner* die Bewegungsprofile für die Antriebsachsen anlegen und unter realistischen Annahmen so optimieren, dass möglichst viel Energie im DC-Verbund ausgetauscht wird. ▶ [MotionDesigner](#) (📖 244)
5. Antriebsachsen in DSD auslegen.
6. Jeweils eine Alternative von den DSD-Projekten anlegen und die Auslegung mit alternativen Antriebskomponenten durchführen. ▶ [Alternative erstellen](#) (📖 56)
7. Die Projekte jeweils hinsichtlich der Energieeffizienz vergleichen.
8. In die Anwendung "Mehrachsverbund auslegen" die optimierten DSD-Projekte der Antriebsachsen laden und den Mehrachsverbund konfigurieren. ▶ [Mehrachsverbund auslegen](#) (📖 188)

14.2.4 Energieeffizienz im Mehrachsverbund

Im Mehrachsverbund werden mehrere Umrichter am selben DC-Zwischenkreis betrieben. Werden dabei einige Umrichter temporär oder dauerhaft generatorisch betrieben, tauschen sie Energien direkt im DC-Zwischenkreis aus, ohne Umwege über das Versorgungsnetz. Generatorische Betriebsphasen können z. B. durch Absenken einer Last (potentielle Energie), durch Abbremsen eines Antriebs (kinetische Energie) in den Stillstand oder durch dauerhaftes Abbremsen eines Abwicklers (Prozessenergie) entstehen. Der DC-Verbundbetrieb ist eine sehr effiziente Methode, sparsam mit elektrischer Energie umzugehen.

Wenn in Betriebsphasen generatorische Energien überwiegen, ist zusätzlich ein gemeinsamer Bremschopper oder ein Ein-Rückspeisemodul erforderlich. Ohne diese Maßnahme würden die Antriebe bei überschüssiger generatorischer Energie stromlos und somit führungslos werden.

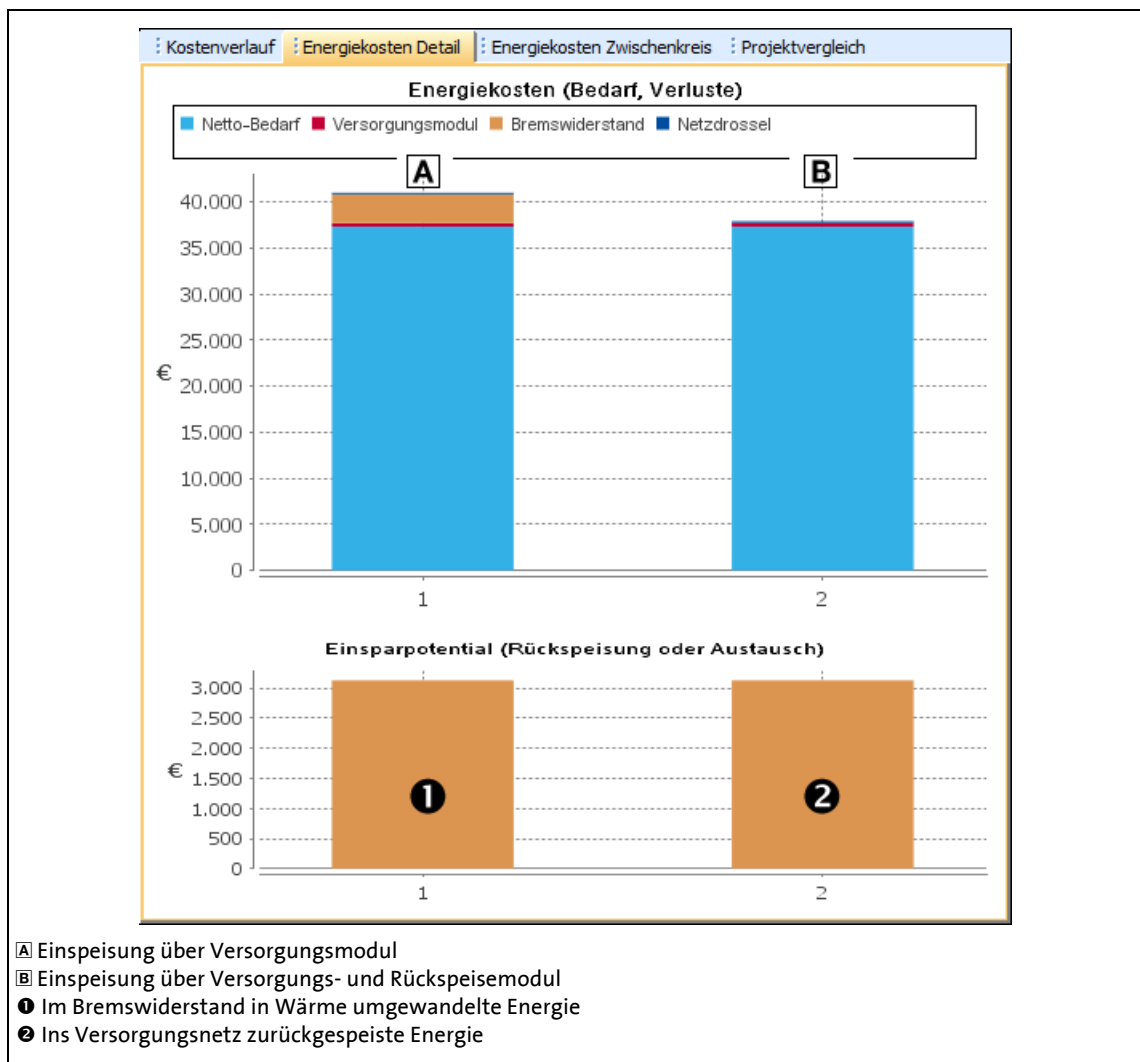


[14-7] Energieflüsse im DC-Verbundbetrieb

Für eine DC-Zwischenkreiskopplung gibt es grundsätzlich drei elektrische Wirkprinzipien, um generatorische Energie aufzunehmen und damit eine kontinuierliche Führung der Antriebe sicherzustellen:

- ▶ [Versorgungsmodul mit Bremschopper](#) (429)
- ▶ [Ein-Rückspeisemodul ohne Bremschopper](#) (429)
- ▶ [Ein-Rückspeisemodul mit Bremschopper](#) (430)

Für den DC-Verbund wird im DSD für jede Antriebsachse ein Energiepass und für das Versorgungsmodul ein Energiepass erstellt.



[14-8] Energiekosten in einem DC-Verbund

14.2.4.1 Versorgungsmodul mit Bremschopper

Fällt nur wenig generatorische Energie an oder ist eine Netzurückspeisung unerwünscht, wird für alle im DC-Verbund betriebenen Antriebe ein gemeinsames Versorgungsmodul mit einem integrierten Bremschopper eingesetzt. In den Bremsphasen des Antriebssystems wird die überschüssige generatorische Energie in einem Bremswiderstand in thermische Energie umgesetzt.

14.2.4.2 Ein-Rückspeisemodul ohne Bremschopper

Soll die gesamte generatorische Energie ins Versorgungsnetz zurückgespeist werden, wird für alle im DC-Verbund betriebenen Antriebe ein gemeinsames Versorgungs- und Rückspeisemodul eingesetzt. In den Bremsphasen des Antriebssystems wird die überschüssige generatorische Energie ins Versorgungsnetz zurückgespeist und verbessert dadurch die Gesamtenergiebilanz der Anlage.

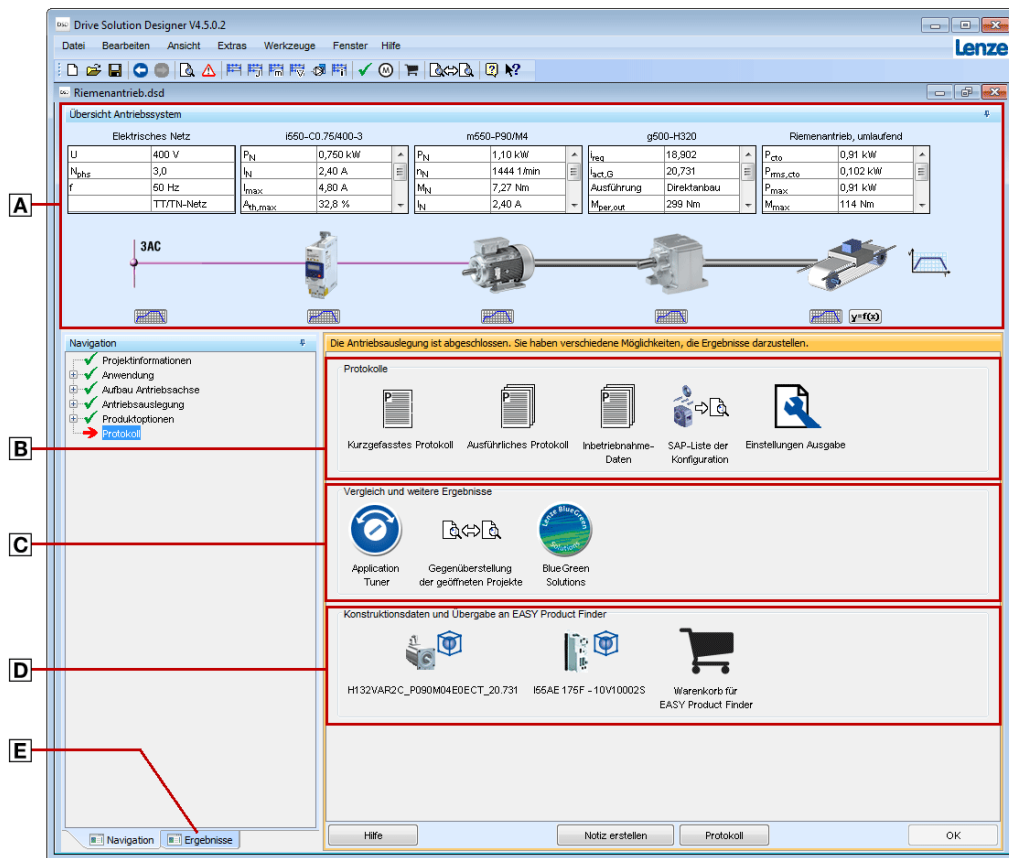
14.2.4.3 Ein-Rückspeisemodul mit Bremschopper

Soll die überwiegende generatorische Energie ins Versorgungsnetz zurückgespeist werden und Energiespitzen in einem Bremswiderstand in Wärme umgewandelt werden, wird für alle Antriebe im DC-Verbund ein gemeinsames Versorgungs- und Rückspeisemodul mit einem Bremswiderstand eingesetzt. In den Bremsphasen des Antriebssystems wird die überschüssiger generatorischer Energie zunächst ins Versorgungsnetz zurückgespeist. Fährt das Rückspeisemodul in die Strombegrenzung, wird die restliche generatorische Energie im Bremswiderstand umgesetzt. Damit vermindert sich die Gesamtenergiebilanz einer Anlage.

Solche hybriden Konzepte werden eingesetzt, wenn hohe, kurzzeitige generatorische Leistungsspitzen mit wenig Energieinhalt auftreten und dafür ein kostengünstiges Konzept gefordert wird. Ebenso kann eine Redundanz im Rückspeisekonzept bei Netzausfall gewünscht sein.

15 Ergebnisse: Vergleichen, optimieren, protokollieren

Zur Beurteilung von Ergebnissen stehen im DSD eine Vielzahl von Darstellungen zur Verfügung.

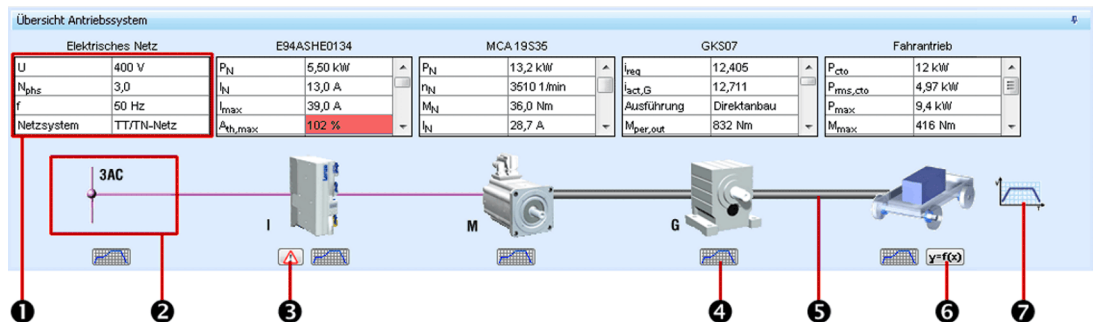


- A [Skizze](#) (432)
- B [Protokolle](#) (437)
- C [Vergleich und weitere Ergebnisse](#) (441)
- D [Konstruktionsdaten und Übergabe an »EASY Product Finder«](#) (442)
- E [Ergebnisse](#) (436)

15.1

Skizze

Die Skizze visualisiert den aktuellen Zustand der Antriebsauslegung.



Legende	Beschreibung
❶	Kurzübersicht Antriebssystem mit den eingegebenen Daten, Bemessungsdaten der ausgewählten Antriebskomponenten und deren Auslastungsgrade sowie Anzeige von Hinweisen und Tipps.
❷	Bild der Komponente (zugleich Schaltfläche). • Durch Klicken auf das Bild gelangen Sie direkt zur Auswahltabelle zur entsprechenden Komponente, in der eine Vielzahl von Daten zur Verfügung stehen.
❸	Schaltfläche zum Aufrufen der Meldungen zur Antriebsauslegung für die entsprechende Komponente.
❹	Schaltfläche zum Aufrufen der Diagramme zur entsprechenden Komponente. • Grafische Darstellung des Drehzahl-, Drehmoment- und Auslastungsverhalten. ▶ Diagramme zu den Komponenten (📖 433)
❺	Darstellung des verwendeten Antriebsstrangs.
❻	Schaltfläche zum Aufrufen der Beschreibung der Anwendung in der Online-Hilfe.
❼	Schaltfläche zum Aufrufen des Bewegungsprofils. ▶ Bewegungsdesign (📖 243)

Legende zur Darstellung der Kennlinien:

Grafikelement	Farbe	Art	Bedeutung
Punkt	Blau		Maximaler Betriebspunkt
	Rot		Stillstandspunkt beim Synchronmotor
Linie	Blau		Bedarf der Anwendung
	Rot		Maximal zulässige Werte
			Reduzierte Bemessungsgrößen (Temperatur, Höhe, usw.)
			Dauergrenzkennlinien
	Grün		Momentanwert PT1-Funktion
			Berechnete Ersatzgrößen

Schaltflächen

Abhängig von der Komponente werden im Profildialog verschiedene Größen angezeigt, die sich über die folgenden Schaltflächen, die sich am oberen Rand des Profildialogs befinden, individuell ein- bzw. ausblenden lassen:

Schaltfläche	Info
a	Beschleunigung
α	Winkelbeschleunigung
BRK	Setzen der Bremse
CINH	Setzen der Reglersperre
f_{ch}	Schaltfrequenz des Umrichters
f_{out}	Ausgangsfrequenz des Umrichters
F	Gegenkraft
F_{Riemen}	Zugkraft am Riemen
I	Strom im Motor, Umrichter
J	Verlauf der Massenträgheit
m	Verlauf der Masse Nutzlast
s	Verfahrweg translatorisch
j	Verfahrweg rotatorisch
M	Drehmoment Motor, Getriebe, Anwendung
M,n	Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie Motor/Getriebe
M_{BRK}	Drehmomentverlauf der Haltebremse
M_{dyn}	Dynamisches Drehmoment
$M_{out,G}$	Abtriebsseitiges Drehmoment Lenze-Getriebe
$M_{out,K}$	Abtriebsseitiges Drehmoment Zusätzliches Antriebselement
M_{sds}	Stationäres Drehmoment
n	Drehzahl
$n_{in,G}$	Antriebsseitige Drehzahl Lenze-Getriebe

Schaltfläche	Info
$n_{in,K}$	Antriebsseitige Drehzahl Allgemeine Übersetzung
$n_{out,G}$	Abtriebsseitige Drehzahl Lenze-Getriebe
$n_{out,K}$	Abtriebsseitige Drehzahl Zusätzliches Antriebselement
ω	Winkelgeschwindigkeit
P	Leistung, Anwendung, Motor
P_{DC}	Leistungsbedarf im DC-Zwischenkreis
P_{erf}	Erforderliche Leistung
$\vartheta_{\%}$	Thermische Auslastung
T_{BRK}	Theoretische Bremszeit der mechanischen Bremse • Berechnet wird die Zeit vom jeweiligen Betriebspunkt bis zum Stillstand
v	Geschwindigkeit
W_{I/t}	Verlauf der Zeitfestigkeit des Getriebes
E94APx	Bedarfsberechnung der Antriebsachse bei Einsatz des Versorgungsmoduls 9400
E94ARx	Bedarfsberechnung der Antriebsachse bei Einsatz des Versorgungs- und Rückspeisemoduls 9400
R	Bremswiderstand
int.Chp	Im Umrichter integrierter Bremschopper
int.Chp 94	Im Versorgungsmodul 9400 oder Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400 integrierter Bremschopper

Funktionen zum Bearbeiten

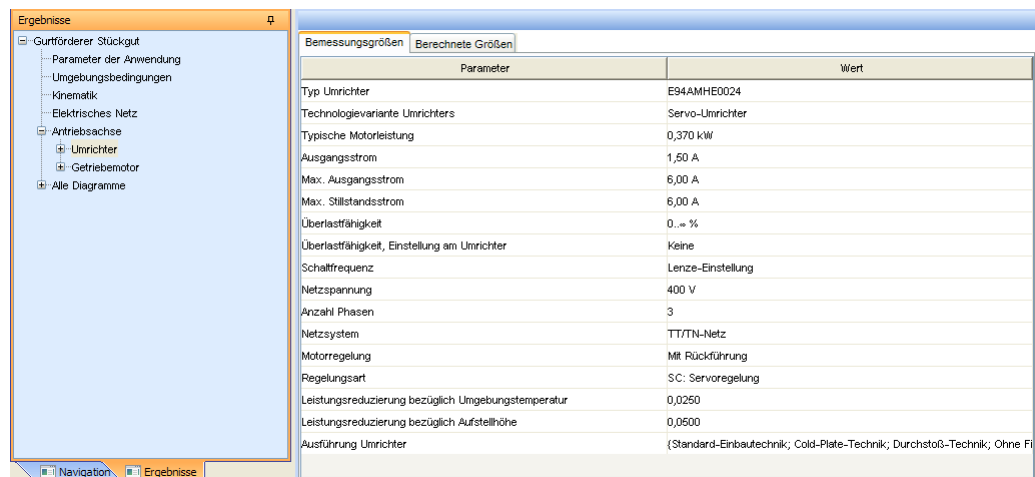
Funktion	Beschreibung
Zoomen	• Einzoomen: • Mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck über den zu vergrößernden Bereich aufziehen. • Auszoomen: • Kontextmenü mit rechter Maustaste öffnen. Unter Autojustage befinden sich drei Befehle zu auszoomen.
Kopieren	Kontextmenü mit rechter Maustaste öffnen. Mit dem Befehl Kopieren können Sie das Diagramm in die Zwischenablage einfügen.
Speichern unter ...	Kontextmenü mit rechter Maustaste öffnen. Mit dem Befehl Speichern unter... können Sie das Diagramm als PNG-Grafik (Portable Network Graphic) abspeichern.
Drucken...	Kontextmenü mit rechter Maustaste öffnen. Mit dem Befehl Drucken... öffnet sich ein Dialogfeld, über das Sie das Diagramm ausdrucken können.

15.2 Ergebnisse

Das *Ergebnis* hat eine hierarchische Baumstruktur und zeigt sämtliche im DSD enthaltenen Ergebnisse:

- Diagramme der Anwendung und der Komponenten
- Bemessungswerte und berechnete Werte der Komponenten
- Optionen der Komponenten

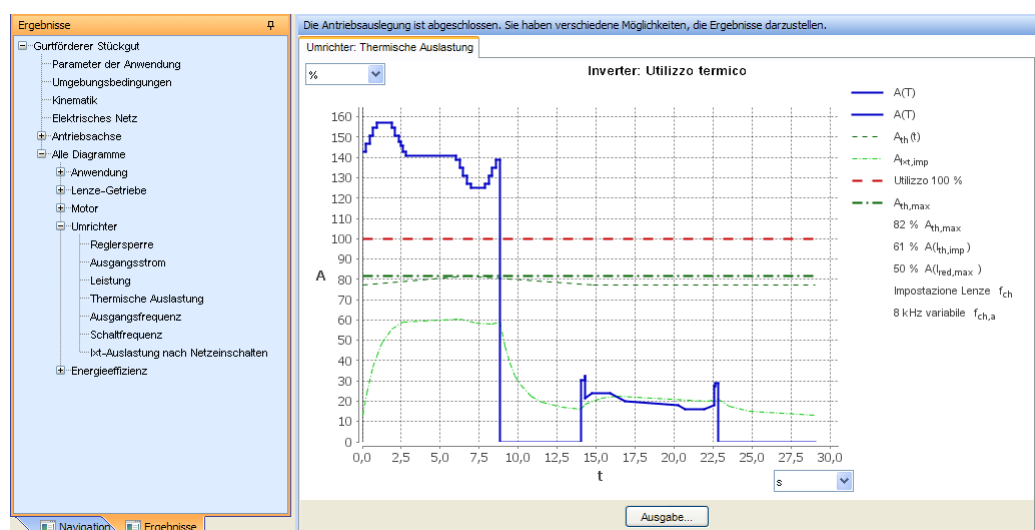
Beispiel: Darstellung der Bemessungswerte



Parameter	Wert
Typ Umrichter	E94AMHE0024
Technologievariante Umrichters	Servo-Umrichter
Typische Motorleistung	0,370 kW
Ausgangsstrom	1,60 A
Max. Ausgangsstrom	6,00 A
Max. Stillstandsstrom	6,00 A
Überlastfähigkeit	0...∞ %
Überlastfähigkeit, Einstellung am Umrichter	Keine
Schaltfrequenz	Lenze-Einstellung
Netzspannung	400 V
Anzahl Phasen	3
Netzsystem	TT/TN-Netz
Motorregelung	Mit Rückführung
Regelungsart	SC: Servoregelung
Leistungsreduzierung bezüglich Umgebungstemperatur	0,0250
Leistungsreduzierung bezüglich Aufstellhöhe	0,0500
Ausführung Umrichter	{Standard-Einbautechnik; Cold-Plate-Technik; Durchstoß-Technik; Ohne FI

- Ein  vor einem Element im *Ergebnisbaum* signalisiert, das Unterelemente vorhanden sind.
 - Klicken auf  blendet die Unterelemente ein.
 - Klicken auf  blendet die Unterelemente aus.
- Verschiedene Registerkarten in der Ergebnisdarstellung zeigen Bemessungswerte, berechnete Werte oder Produktoptionen an.

Beispiel: Darstellung eines Diagramms (thermische Auslastung Umrichter)



15.3

Protokolle

**Hinweis!**

- Die im Protokoll vorgestellten Berechnungsergebnisse beruhen auf den von Ihnen vorgenommenen Voreinstellungen und auf den von Ihnen eingegebenen Daten.
 - Überprüfen Sie, dass diese Daten richtig und vollständig sind. Für fehlerhafte, unbrauchbare oder unvollständige Antriebslösungen, die auf unrichtigen oder unvollständigen Daten beruhen, kann Lenze keine Haftung übernehmen.
- DSD führt eine physikalische Antriebsauslegung durch. Die spezifischen Eigenschaften und das Betriebsverhalten eines Antriebes können nicht berücksichtigt werden.
- Da jede Applikation individuell in ein Gesamtkonzept integriert wird, empfehlen wir zusätzlich zur Antriebsauslegung eine Systemintegrationsprüfung durch einen Lenze-Spezialisten vorzunehmen.
- Beachten Sie das Kapitel [Einschränkungen der Antriebsauslegung](#) und die Release-Notes in der "Application Knowledge Base" (AKB) unter <http://AKB.Lenze.de>.

Am Ende einer Auslegung haben Sie vielfältige Möglichkeiten die Antriebslösung zu beurteilen und zu dokumentieren. Sie können verschiedene Protokolle erstellen, mehrere geöffnete Projekte miteinander vergleichen und eine Antriebsanalyse durchführen. Protokolle, Analysen und Projektvergleiche lassen sich entweder in Microsoft Word oder im Adobe Reader öffnen und können darüber auch ausgedruckt werden.

**Tipp!**

Sie können auch während der Auslegung jederzeit den aktuellen Stand der Auslegung protokollieren, mehrere geöffnete Projekte miteinander vergleichen oder eine Antriebsanalyse durchführen.

Klicken Sie dazu im Eingabebereich auf die Schaltfläche **Protokoll**, um das Dialogfeld *Protokoll* zu öffnen.

15.3.1

Kurzgefasstes Protokoll

Das kurzgefasste Protokoll ist eine Zusammenfassung der wichtigsten Daten der Antriebsauslegung und dient als Überblick. Das Protokoll umfasst eine Seite.

- Klicken Sie auf das Symbol, um das Protokoll zu öffnen.
- Sie können das Ausgabeformat einstellen: [Einstellungen Ausgabe](#) (📖 440)

15.3.2 Ausführliches Protokoll



- Das ausführliche Protokoll ist die vollständige Dokumentation der Antriebsauslegung:
 - Benutzer- und Kundendaten
 - Notizen
 - Daten der Anwendung
 - Bemessungsdaten, Auslastungswerte und Optionen der ausgewählten Komponenten
 - Warnmeldungen
 - Auslegungshinweise
 - Eine Vielzahl von Diagrammen und Wertetabellen
- Klicken Sie auf das Symbol, um das Protokoll zu öffnen.
- Ausgabeformat und Umfang der Informationen können Sie einstellen:
[Einstellungen Ausgabe](#) (📖 440)

15.3.3 Inbetriebnahme-Daten



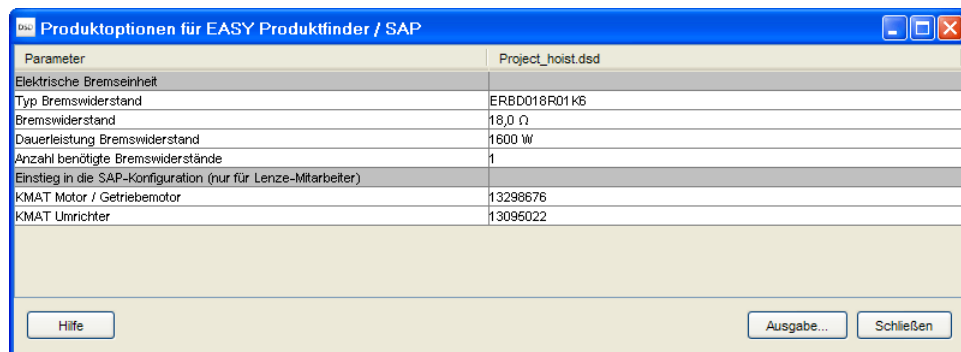
- Die Inbetriebnahme-Daten enthalten spezifische Informationen für die Inbetriebnahme der Anwendung:
 - Benutzer- und Kundendaten
 - Notizen
 - Daten der Anwendung
 - Bemessungsdaten, Auslastungswerte und Optionen der ausgewählten Komponenten
 - Warnmeldungen
 - Auslegungshinweise
 - Eine Vielzahl von Diagrammen und Wertetabellen
- Klicken Sie auf das Symbol, um das Protokoll zu öffnen.
- Ausgabeformat und Umfang der Informationen können Sie einstellen:
[Einstellungen Ausgabe](#) (📖 440)

15.3.4 SAP-Liste der Konfiguration



Die Liste zeigt die Merkmale der verwendeten Lenze-Produkte, die für eine Übertragung an den »EASY Product Finder« erforderlich sind.

- Klicken Sie auf das Symbol, um die SAP-Liste zu öffnen.
 - Das Dialogfeld können Sie auch mit dem Befehl **Ansicht→Produktoptionen für EASY Product Finder / SAP** öffnen.



Parameter	Project_hoist.dsd
Elektrische Bremsseinheit	
Typ Bremswiderstand	ERBD018R01 K6
Bremswiderstand	18,0 Ω
Dauerleistung Bremswiderstand	1600 W
Anzahl benötigte Bremswiderstände	1
Einstieg in die SAP-Konfiguration (nur für Lenze-Mitarbeiter)	
KMAT Motor / Getriebemotor	13298676
KMAT Umrichter	13095022

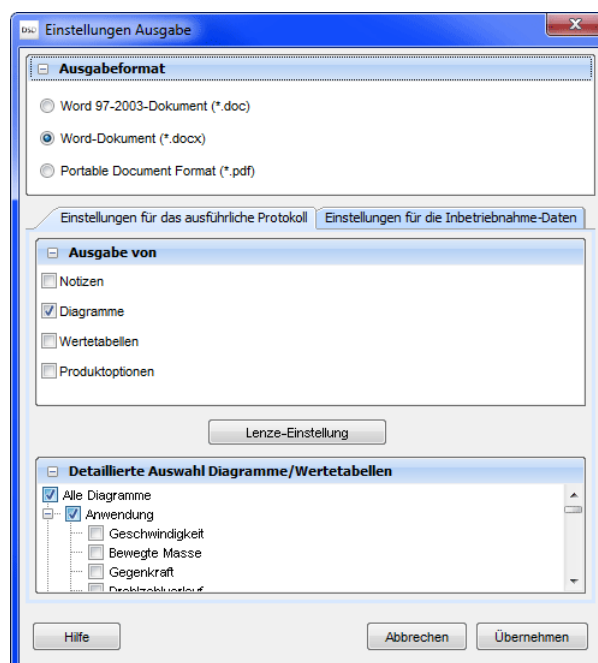
Hilfe Ausgabe... Schließen

15.3.5 Einstellungen Ausgabe



In den Einstellungen für das Protokoll legen Sie das Format und den Umfang fest.

- Klicken Sie auf das Symbol, um das Dialogfeld zu öffnen.
 - Das Dialogfeld können Sie auch über **Extras→Einstellungen, Register Protokoll** öffnen.
 - [Einstellungen](#) (📖 43)
- Verfügbare Formate für alle Ausgaben:
 - Doc (ab Microsoft Word 2002)
 - WordML (ab Microsoft Word 2003, Service Pack 2)
 - PDF (Adobe Reader)
- Details für das ausführliche Protokoll und die Inbetriebnahmedaten.
 - Detaillierte Auswahl von Diagrammen und Wertetabellen.



15.4 Vergleich und weitere Ergebnisse

15.4.1 Application Tuner



Mit dem *Application Tuner* können Sie

- Daten der Anwendung und Bewegungsdaten ändern und die Auswirkungen auf den Antrieb beobachten und optimieren,
- zu einem Referenzszenario weitere mögliche Betriebszustände und Materialrezepturen in die Auslegung integrieren,
- von einer optimierten Antriebslösung ein eigenes DSD-Projekt anlegen oder ein Protokoll ausgeben.

Klicken Sie auf das Symbol, um das Dialogfeld *Application Tuner* zu öffnen.

► [Application Tuner](#) (📖 58)

15.4.2 Gegenüberstellung der geöffneten Projekte



Sind mehrere Projekte gleichzeitig geöffnet, so können Sie diese hinsichtlich der Anwendung und den Komponentenauslastungen vergleichen.

- Klicken Sie auf das Symbol, um den Projektvergleich zu öffnen.
 - Das Dialogfeld können Sie auch mit dem Befehl **Ansicht→Projektvergleich** öffnen.
- [Projektvergleich](#) (📖 60)

Projektvergleich		
Parameter	Project_motion(1).dsd	Project_motion.dsd
Lenze-Getriebe		
Getriebe	GKS07	GKS07
Stufenzahl	3	3
Ausführung	Direktanbau	Direktanbau
Ist-Getriebeübersetzung	12,71	12,71
Thermische Auslastung Getriebe mit mineralischem Öl	66 %	66 %
Auslastung Getriebe	90 %	90 %
Auslastung, bezogen auf das äquivalente Drehmoment	27 %	27 %
Auslastung Getriebe	66 %	66 %
Auslastung Zelfestigkeit	0 %	0 %
Motor		
Motorgruppe	MCA	MCA
Typenbezeichnung	19S17	19S35
Motorbemessungsleistung	6,40 kW	13,2 kW
Bemessungsdrehmoment Motor	36,3 Nm	36,0 Nm
Motorbemessungsdrehzahl	1700 1/min	3510 1/min
Motorbemessungsstrom	13,9 A	28,7 A
Bemessungsspannung Motor	390 V	390 V
Trägheitsmoment	72,0 kgcm²	72,0 kgcm²
Faktor Feldschwächung	2,1	1,0
Auslastung, bezogen auf effektives Drehmoment	50 %	37 %
Auslastung maximales Drehmoment (Motor, Umrichter)	144 %	36 %
Kurzzeitige Überlastung	104 %	105 %
Max. Lastabstimmungsfaktor	14	14
Elektromechanische Bremse		
Typ Bremse	PMB	PMB
Motor.VMTXXX_BR_GROESSE	14	14
Bremsmoment	40,0 Nm	40,0 Nm
Brems-Bemessungsmoment / ausgelegtes Bremsmoment	10,0	10,0
Theoretische Bremszeit	1,48 s	1,48 s

15.4.3 BlueGreen Solutions



Die verschiedenen mechanischen Konzepte und die unterschiedlichen Antriebskomponenten können Sie hinsichtlich ihres Energiebedarfs vergleichen und energetisch optimieren.

- Klicken Sie auf das Symbol, um das Dialogfeld *Lenze BlueGreen Solutions* zu öffnen.

► [Energieeffizienz](#) (📖 416)

15.5 Konstruktionsdaten und Übergabe an »EASY Product Finder«

15.5.1 CAD-Daten Getriebemotor



Wurden im Auslegungsschritt *Details zu Lenze-Produkten* Produktmerkmale festgelegt, können Sie die Konstruktionsdaten des Getriebemotors generieren.

- Für diese Funktion ist eine Internetverbindung erforderlich.
- Nicht für alle Komponenten sind CAD-Daten vorhanden.
- Klicken Sie auf das Symbol, um die Konstruktionsdaten zu generieren.

15.5.2 CAD-Daten Umrichter



Wurden im Auslegungsschritt *Details zu Lenze-Produkten* Produktmerkmale festgelegt, können Sie die Konstruktionsdaten des Umrichters generieren.

- Für diese Funktion ist eine Internetverbindung erforderlich.
- Nicht für alle Komponenten sind CAD-Daten vorhanden.
- Klicken Sie auf das Symbol, um die Konstruktionsdaten zu generieren.

15.5.3 Warenkorb für »EASY Product Finder«



Projekte können in einen Warenkorb gespeichert und anschließend in den Warenkorb des »EASY Product Finder« geladen werden. Voraussetzung dafür ist die Konfiguration der Produktoptionen.

► [Produktoptionen](#) (📖 415)

- Neben den im Projekt verwendeten Produkten werden auch Projektinformationen gespeichert:
 - Dateiname des Projekts
 - DSD-Version
 - Projekt
 - Erstellungsdatum
 - Datum der letzten Änderung
 - Antriebsachse
- Die Funktion *Warenkorb für »EASY Product Finder«* erfordert eine Verbindung mit dem Internet. Falls notwendig, kann die Internetadresse unter **Extras→Einstellungen** im Bereich *Netzwerkverbindungen* im Feld *Internetadresse für Produktkonfiguration* eingestellt werden.
 - [Register "Netzwerkverbindungen"](#) (📖 44)
- Aktuelles DSD-Projekt in einer Warenkorbdatei speichern:
 - Klicken Sie auf das Warenkorbsymbol.
- Alle im DSD geöffneten Projekte in einer Warenkorbdatei speichern:
 - Im Menü **Werkzeuge** den Befehl **Alle DSD-Projekte im Warenkorb speichern...** ausführen oder
 - in der Symbolleiste auf das Symbol  klicken.
- Warenkorbdatei im »EASY Product Finder« laden:
 - Im Warenkorb des »EASY Product Finder« den Befehl **Warenkorbdatei laden** ausführen, die lokal gespeicherte Warenkorbdatei des DSD wählen und laden.



Hinweis!

Für Produkte, die im DSD nicht konfigurierbar sind, wird in der Warenkorbdatei ein Platzhalter angelegt. Im »EASY Produkt Finder« können Sie den Platzhaltern geeignete Produkte manuell zuordnen. Bei Fragen zur Produktwahl wenden Sie sich an Ihren Lenze-Vertriebspartner.

15.6 Reserven bei der Antriebsauslegung

Um eine mehrfache Berücksichtigung von Reserven zu vermeiden, sind im DSD keinerlei Reserven eingerechnet (Ausnahme: Zwischenkreisleistung im Mehrachsverbund).



Hinweis!

Für Antriebsauslegungen sind generell ausreichende Reserven einzuplanen, damit:

- die Anwendung immer sicher beherrscht wird (Umrichter darf nicht in Strombegrenzung fahren) und der Antrieb bei der geringsten Veränderung von Last oder Schwergängigkeit nicht gleich unregelbar wird.
- der Antrieb thermisch und auch bezüglich der Lebensdauer (gilt besonders bei Getrieben) nicht oberhalb seiner Bemessungsdaten betrieben wird.

Die Reserven sollten natürlich auch nicht zu groß sein, da dies ja ein Wettbewerbsfaktor ist, der möglicherweise zu unattraktiven Preis-/Leistungsverhältnissen führt.

Beachten Sie bzgl. der Höhe der Reserven die Erläuterungen in den folgenden Unterkapiteln!

- Der DSD unterstützt die Entscheidungsfindung der Reserven, indem er sämtliche Auslastungsgrade darstellt. Die Auswahl, ob nun eine kleinere Komponente (Umrichter, Motor bzw. Getriebe) noch ausreicht, müssen aber Sie selbst treffen.
- Damit die Reserven nicht allzu groß gewählt werden, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass der Planer einer Anlage auch bereits Reserven eingeplant hat, ohne das gesondert zu erwähnen.

15.6.1 Dynamische Reserven

Dies sind Reserven der Umrichter-Motor-Kombination bezüglich des Drehmomentes.

- Die dynamischen Reserven sollten mindestens 15 ... 25 % betragen, damit der Antrieb immer sicher geführt werden kann.

15.6.2 Stationäre Reserven

Dies sind Reserven zum Bemessungspunkt der Antriebskomponente, also in der Regel thermische Reserven.

- Die stationären Reserven können etwas geringer ausfallen als die dynamischen Reserven. Es gibt durchaus Anwendungen, die mit 0 % thermischer Reserve des Motors betrieben werden können.
- Empfohlene Werte: 5 ... 15 %, je nach Anwendung und Sicherheitsrelevanz.

15.6.3 Drehzahlreserven

Ist auch bei Netzunterspannung, Spannungsabfall auf langen Motorleitungen oder Filtern eine uneingeschränkte Performance der Anwendung gefordert, müssen Sie bei der Antriebsauslegung entsprechende Drehzahlreserven berücksichtigen.

15.6.4 Drehmomentreserven des Motors

Eine exakte Planung von dynamischen Drehmomentreserven ist nur mit Hilfe der M-n-Kennlinien des Motors möglich.

- In der Auswahltabelle des Motors wird der Bedarf der Anwendung in der M-n-Kennlinie dargestellt. ► [Auswahltabelle](#) (340)

15.6.5 Reserven bei Umrichtern, Versorgungsmodulen, Versorgungs- und Rückspeisemodulen

Hierbei geht es um Reserven für den maximalen Strom $I_{\max}$ und die thermische Auslastung "ixt" des Umrichters.

- Die $I_{\max}$ -Reserven sollten min. 15 ... 25 % betragen, damit der Antrieb immer sicher geführt werden kann.
- Die ixt-Reserven sollten min. 15 ... 25 % betragen, damit der Antrieb zuverlässig arbeitet und nicht abschaltet.



Hinweis!

Beachten Sie, dass mit der Dimensionierung dieser Antriebskomponente das Bremsvermögen des Antriebsstrangs festgelegt wird und auch hier nicht zu knapp dimensioniert werden sollte.

Der DSD rechnet bezüglich der ermittelten DC-Leistungen bereits 10 % Reserven ein und stellt dies so auch als Bedarf (inkl. Reserven) dar.

15.6.6 Reserven bei Bremswiderständen und Bremschoppem

Bei Bremswiderständen handelt es sich um unkritische Bauelemente, so dass bei Überschreitung der Bemessungsleistung nicht gleich mit einem Ausfall oder Abschalten zu rechnen ist.

- Bei dauerhafter Überschreitung der Bemessungsleistung des Widerstandes kann die Temperaturüberwachung des Widerstandes ansprechen und die Anlage abschalten.



Gefahr!

Ohne Temperaturüberwachung am Widerstand kann die Oberflächentemperatur unzulässige Werte annehmen und u.U. eine Zündquelle für in der Nähe befindliche brennbare Stoffe darstellen!

Bei den Bremschoppem existiert keine Stromüberwachung.

- Es kann ein Überschreiten des maximal zulässigen Stromes durch eine falsche Zuordnung des Bremswiderstandes auftreten, was aber vom DSD überprüft wird.
- Die Dauerlastgrenze des Bremschoppem wird ebenfalls von DSD überprüft.



Hinweis!

Beachten Sie, dass mit der Dimensionierung dieser Antriebskomponente das Bremsvermögen des Antriebsstrangs festgelegt wird und auch hier nicht zu knapp dimensioniert werden sollte.

Der DSD rechnet bezüglich der ermittelten DC-Leistungen bereits 10 % Reserven ein und stellt dies so auch als Bedarf (inkl. Reserven) dar.

Die Reserven für Bremswiderstände/Bremschopper sollten mindestens 15 ... 25 % betragen.

15.6.7 Reserven bei Getrieben

Bemessungsdrehmoment $M_{\text{per,out}}$ an der Getriebe-Abtriebsseite

Ein vereinzelt, kurzzeitiges Überschreiten des Bemessungsdrehmoments $M_{\text{per,out}}$ ist zunächst unkritisch, sofern der Maximalwert $< 2 \times M_{\text{per,out}}$ (Planetengetriebe: $< 1.6 \times M_{\text{per,out}}$) ist.

- Tritt dies aber wiederkehrend auf, wird das Getriebe in der Zeitfestigkeit betrieben. Die Brauchbarkeitsdauer des Getriebes reduziert sich.
- Bei einem Getriebe, außer Planetengetriebe, ist der Wechsellastfaktor k_{alt} zu berücksichtigen.
[Wechsellast und Schwelllast bei Verzahnungsgetrieben](#) (376)
- Der Maximalwert von $2 \times M_{\text{per,out}}$ (Planetengetriebe: $1.6 \times M_{\text{per,out}}$) sollte auf keinen Fall überschritten werden (auch bei nur gelegentlichem Auftreten), denn die Lebensdauer des Getriebes wird dadurch stark reduziert.



Stop!

Jeder Betrieb im Gebiet der Zeitfestigkeit schädigt das Getriebe!

Bei Erreichen entsprechend hoher Lastspiel-Zahlen sind massive Schäden wie z. B. Zahn- oder Wellenbrüche möglich!

► [Prüfung der Drehmomentbelastung](#) (374)

Mittlere Antriebsdrehzahl (thermische Grenze)

Beim Überschreiten der thermischen Grenze erfolgt eine erhöhte Beanspruchung von Dichtringen und Schmierstoff, was eine Reduzierung der Brauchbarkeitsdauer zur Folge hat.

Maximale Antriebsdrehzahl

Dieser Wert liegt oberhalb der mittleren Eintriebsdrehzahl. Beim Überschreiten der maximal zulässigen Eintriebsdrehzahl erfolgt eine extrem hohe und schädigende Beanspruchung von Dichtringen und Schmierstoff, was eine deutliche Reduzierung der Brauchbarkeitsdauer zur Folge hat.

15.6.8 Reserven bei Antriebssystemen mit aktiver Last

Bei Antriebssystemen mit aktiver Last (z. B. Hubwerke oder Vertikalförderer) ist bezüglich der dynamischen Reserven kein zu geringer Wert anzusetzen, da sich z. B. Hubwerke, wenn sie sich in der Strombegrenzung befinden, nach unten bewegen.



Hinweis!

Bei einem Hubwerk sollten für die Auslegung der Motorbremse mindestens 100 % Reserve eingeplant werden!

Motorbremsen werden in DSD nur als Haltebremsen und nicht als Betriebsbremsen ausgelegt. Ergänzende Prüfungen müssen Sie manuell durchführen. Hinweise dazu sind im DSD-Protokoll enthalten. Auch bei Wickelanwendungen müssen Sie den Einsatz von PM-Bremsen prüfen.

Beachten Sie bei Hubantrieben (z. B. für seilgeführte Hubwerke, vertikale Heber über Zahnriemen, Zahnstange), dass Permanentmagnet-Haltebremsen

- einen signifikanten drehzahlabhängigen Drehmomentabfall haben, der von 100 % des Bremsenkennmoments bei Drehzahl Null bis auf 20 % des Bremsenkennmoments abfallen kann.
- den Antrieb in der Senkphase nicht sicher bremsen können, wenn das elektrische Bremsen über den Umrichter ausfällt. Für den Not-Stopp sind diese Bremsen daher nicht geeignet. Verwenden Sie eine zusätzliche (redundante) Bremse außerhalb des Motors oder eine Federkraftbremse.

15.6.9 Reserven bei Antriebssystemen mit passiver Last

Diese Anwendungen sind bezüglich der dynamischen Reserven nicht so kritisch wie Hubwerke oder Vertikalförderer.

- Um bei Motion-Anwendungen dauerhaft mit geringem Schleppfehler zu fahren, sollten auch hier die dynamischen Reserven nicht unter 15 ... 25 % liegen.
- Motorbremsen brauchen bei diesen Anwendungen keine größere Reserve aufweisen, sie können u. U. sogar kleiner als das Motorbemessungsmoment sein.

16 Anwendermotoren verwalten

Anwendermotoren werden für die Antriebsauslegung benötigt, wenn

- benötigte Motoren nicht im Lenze Lieferprogramm vorhanden sind (z. B. im Leistungsbereich von 90 kW bis 315 kW),
- Lenze-Motoren mit anderen Typendaten betrieben werden sollen, z. B. 29-Hz-Motoren (einige 29-Hz-Motoren sind bereits in der Anwendermotoren-Datenbank im DSD enthalten),
- neue Lenze-Motoren noch nicht im DSD enthalten sind,
- Spezialmotoren zur Lösung der Anwendung erforderlich sind.

Mit der Funktion *Anwendermotoren verwalten* können Sie im DSD mit selbst definierten Motoren arbeiten.

Eigenschaften von Anwendermotoren im DSD

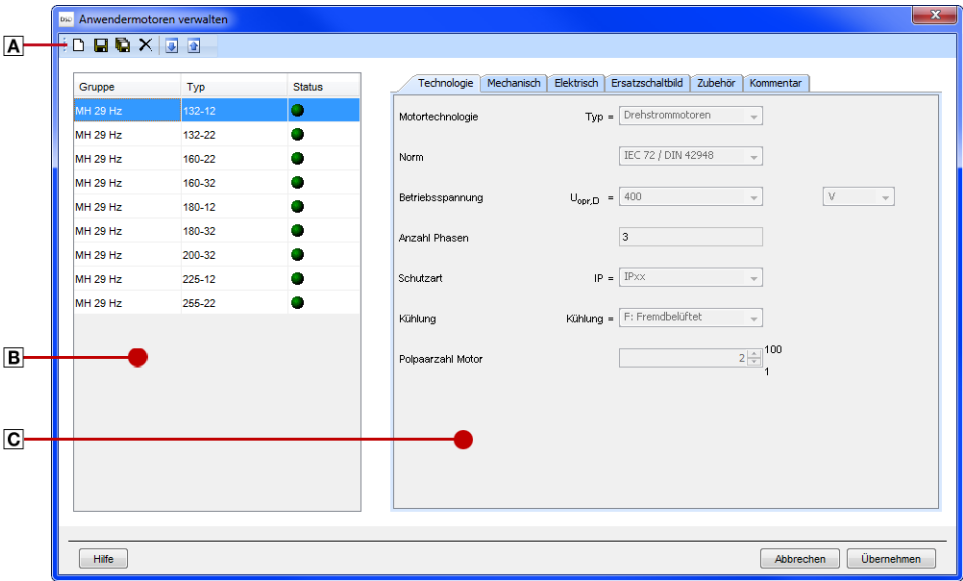
- Drehstrommotoren, Asynchron-Servomotoren und Synchron-Servomotoren können individuell angelegt werden.
- Anwendermotoren können bei der Antriebsauslegung wie Lenze-Motoren ausgewählt werden.
- Die Kopplung mit Lenze-Getrieben erfolgt per Flanschanbau.
- Eine Antriebsauslegung mit Rückführsystem und elektomechanischer Bremse ist möglich. Der Anwendermotor kann mit diesen Komponenten definiert werden.
- Einige Lenze-Motoren sind bereits in 29-Hz-Technik standardmäßig angelegt. Diese Motoren werden bevorzugt für Wickelantriebe verwendet.
- Anwendermotoren in DSD-Projekten anderer Anwender können beim Öffnen des Projekts nach DSD importiert werden.



Klicken Sie im DSD in der Symbolleiste auf das Symbol  oder wählen Sie den Befehl **Werkzeuge → Anwendermotoren verwalten...**, um das Dialogfeld *Anwendermotoren verwalten* zu öffnen.

16.1

Benutzeroberfläche



Legende	
A	Symbolleiste (451)
B	Verwaltungsbereich (451)
C	Eingabebereich (452)

16.2

Symbolleiste

Klicken Sie auf ein Symbol, um die entsprechende Funktion auszuführen.

Symbol	Funktion
	Neuen Anwendermotor anlegen. • Legt einen neuen Datensatz an.
	Datensatz des markierten Anwendermotors speichern.
	Datensätze aller Anwendermotoren speichern.
	Markierten Anwendermotor löschen.
	Alle Datensätze der selbst erstellten Anwendermotoren exportieren. • Die Datensätze können Sie auf andere DSD-Installationen übertragen. • Die Datensätze der mitgelieferten Anwendermotoren können Sie nicht exportieren. • Die Datensätze haben das Dateiformat *.mdb (Microsoft Access).
	Datensätze von selbst erstellten Anwendermotoren importieren, die in einer anderen DSD-Installation erstellt wurden. • Die Datensätze haben das Dateiformat *.mdb (Microsoft Access).

16.3

Verwaltungsbereich

Anzeigen

Anzeige	Bedeutung
Gruppe	Motorbezeichnung • Die Bezeichnung dient der Dokumentation und hat keine Auswirkungen auf Prüfungen des DSD. • Die Motorbezeichnung wird in der Auswahltable des Motors in der Spalte <i>Gruppe</i> angezeigt. Auswahltable (340)
Typ	Motortyp • Die Bezeichnung dient der Dokumentation und hat keine Auswirkungen auf Prüfungen des DSD. • Der Motortyp wird in der Auswahltable des Motors in der Spalte <i>Typ</i> angezeigt. Auswahltable (340)
Status	 Der Datensatz des Anwendermotors enthält Änderungen, die noch nicht gespeichert wurden. • Datensatz über den Befehl in der Symbolleiste oder im Kontextmenü speichern.
	 Alle Daten des Anwendermotors sind im Datensatz gespeichert.
	 Die Daten des Anwendermotors sind nicht vollständig. • Die importierten Daten des Anwendermotors stammen aus einer älteren DSD-Version, in der zum Anlegen eines Anwendermotors weniger Daten erforderlich waren. • Daten vervollständigen, damit die Anzeige erlischt.

Befehle im Kontextmenü

- Halten Sie den Mauszeiger über den gewünschten Anwendermotor und betätigen Sie die rechte Maustaste, um das Kontextmenü zu öffnen.

Menübefehl	Tastaturbefehl	Funktion
Ausgewählten Datensatz kopieren.	<Strg>+<C>	Datensatz in die Zwischenablage kopieren.
Einfügen	<Strg>+<V>	Datensatz aus der Zwischenablage einfügen. • Der Datensatz wird immer am Ende der Motorenliste eingefügt.
Ausgewählten Datensatz löschen	–	Datensatz löschen.
Ausgewählten Datensatz speichern	–	Datensatz speichern.

Bezeichnungen ändern



So ändern Sie die Bezeichnungen in den Feldern Gruppe und Typ.

1. Den Mauszeiger über das gewünschte Eingabefeld halten und einen Doppelklick ausführen.
2. Die Bezeichnung in dem Eingabefeld bearbeiten.
3. Die <Enter>-Taste betätigen, um die Änderungen zu übernehmen.
4. Ggf. die <Esc>-Taste betätigen, um die Änderungen zu verwerfen.

16.4

Eingabebereich



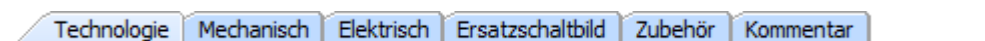
Gefahr!

Qualität und Konsistenz der Motordaten sind wichtig für die genaue Berechnung des Anwendermotors.

- Lassen Sie sich die Motordaten vom Hersteller des Motors bestätigen und prüfen Sie diese Angaben sorgfältig.
- Prüfen Sie die sich ergebenden Grenzkennlinien, Ströme, Spannungen und Frequenzen auf Plausibilität. Bei Fragen wenden Sie sich an den Hersteller des Motors.
- Lenze haftet nicht für fehlerhafte Antriebsauslegungen durch die Nutzung der Funktion *Anwendermotoren verwalten*.

Die Motordaten sind über die Registerkarten thematisch sortiert.

- Klicken Sie auf eine Registerkarte, um entsprechende Motordaten einzugeben oder zu ändern.



16.4.1 Registerkarte "Technologie"

Parameter	Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
Motortechnologie	Typ	Auswahl Motortyp: - Servo-Asynchronmotor - Servo-Synchronmotor - Drehstrommotor	
Norm	—	Norm für den Anbau des Motors an das Getriebe: - IEC 72, DIN 42948 - NEMA - keine Norm	
Betriebsspannung	$U_{opr,D}$	Spannung Versorgungsnetz Eingangsspannung des Umrichters	V
Anzahl Phasen	—	Es können nur Anwendermotoren für 3-phasigen Netzanschluss angelegt werden. Nur Anzeige	
Schutzart	IP	Schutzart des Motors	
		IP 23 Schutz gegen feste Fremdkörper mit $\varnothing 12,5$ mm und fallendes Sprühwasser bis 60° gegen die Senkrechte	
		IP 54 Schutz gegen Staub in schädigender Menge und allseitiges Spritzwasser	
		IP XX Wählen, wenn der Motor IP 23 oder IP 54 nicht erfüllt	
Kühlung	—	Kühlverfahren des Motors wählen	
		S Selbstgekühlt, kein Lüfter Bevorzugte Werte für das Derating: $n_{11} = 0$, $M_{11} = M_0$	
		E, G Eigenbelüftet, der Lüfter ist auf der Motorwelle montiert (G: Graugusslüfter für erhöhte Eigenträgheit) - Die Kühlwirkung nimmt bei niedrigen Drehzahlen ab - Werte für das Derating des Drehmoments unter n_{11} und M_{11} angeben	
		F Fremdbelüftet, der Lüfter ist an den Motor gebaut Bevorzugte Werte für das Derating: $n_{11} = 0$, $M_{11} = M_0$	
		M_0 , M_{11} , n_{11} : Registerkarte "Mechanisch" (□ 454)	
Polpaarzahl Motor	—	Polpaarzahl des Motors: 2-poliger Motor: $p = 1$ 4-poliger Motor: $p = 2$ 6-poliger Motor: $p = 3$	

Zusammenhang zwischen Betriebsspannung und Netzspannung

Die Tabelle zeigt die Zuordnung der Betriebsspannung des Motors zu der Netzspannung, die im Navigationsschritt *Netz und Umgebung* eingestellt wird.

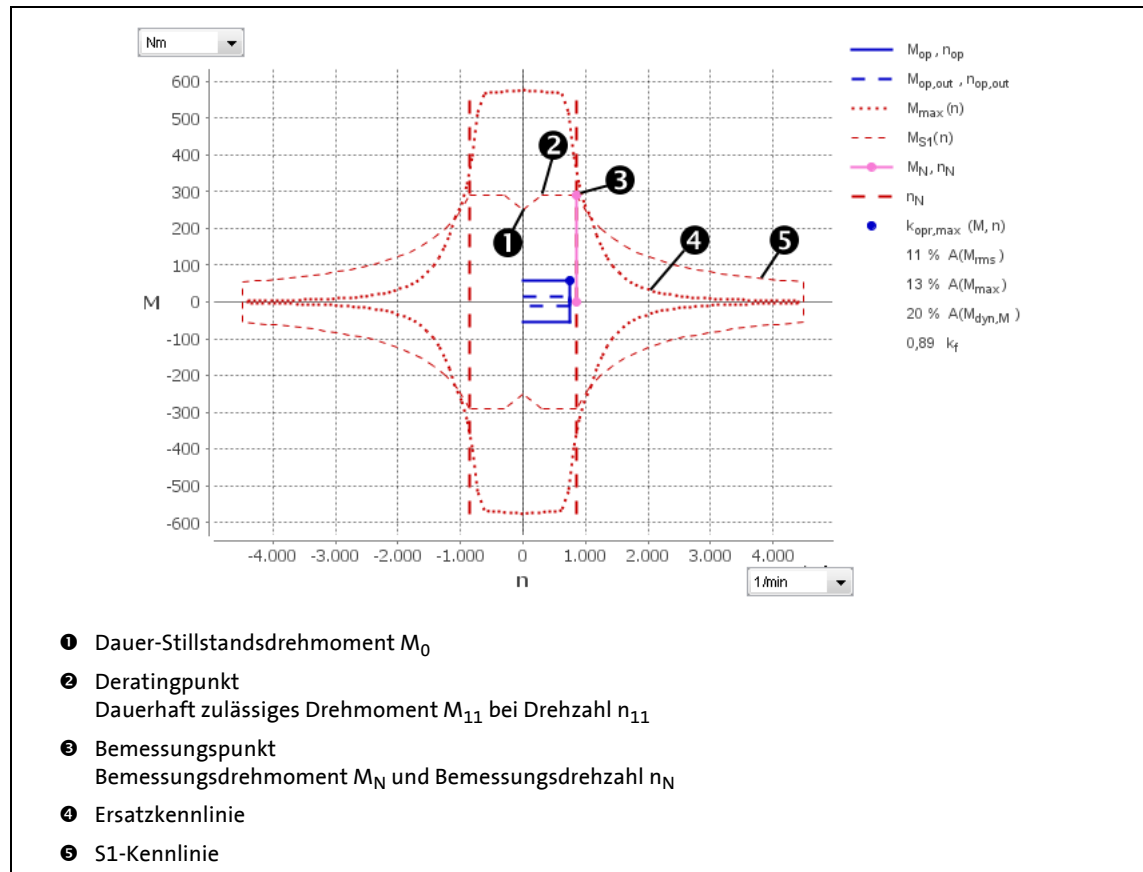
Navigationsschritt "Netz und Umgebung"	Registerkarte "Technologie"	Registerkarte "Elektrisch"
Elektrisches Versorgungsnetz	Betriebsspannung	Bemessungsspannung
1AC 230 V 3AC 230 V	230 V	Unerheblich für den Zusammenhang zwischen Betriebsspannung und Netzspannung
3AC 400 V 3AC 415 V	400 V	
3AC 480 V	460 V	

16.4.2 Registerkarte "Mechanisch"

Parameter	Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
Bemessungsdrehzahl	n_N	Bemessungsdrehzahl des Motors	1/min
Bemessungsdrehmoment	M_N	Bemessungsdrehmoment des Motors	Nm
Bemessungsleistung	P_N	Bemessungsleistung des Motors	kW
Wirkungsgrad	η	Wirkungsgrad des Motors in seinem Bemessungspunkt	
Trägheitsmoment	J_M	Trägheitsmoment des Motors • Wenn eigenbelüftet, Trägheitsmoment des Lüfters berücksichtigen	kgcm ²
Dauer-Stillstands-drehmoment	M_0	Drehmoment, das der Motor dauerhaft im Stillstand thermisch zur Verfügung stellen kann	Nm
		Servo-Asynchronmotor, Drehstrommotor	
		Wenn M_0 fehlt: $M_0 = M_N$ (Kühlung F, S) $M_0 = 0.7 \cdot M_N$ (Kühlung E, G)	
		Servo-Synchronmotor	
		Wenn M_0 fehlt: $M_0 = M_N$ (Kühlung F, S)	
S1-Derating (Drehmoment)	M_{11}	Dauerhaft zulässiges Drehmoment am Deratingpunkt bei Drehzahl n_{11}	Nm
S1-Derating (Drehzahl)	n_{11}	Drehzahl am Deratingpunkt bei Drehmoment M_{11}	1/min
Max. zulässige Drehzahl	$n_{\max}$	Maximal zulässige Drehzahl des Motors • Bei Überschreiten der Drehzahl wird der Motor zerstört	1/min
		Servo-Asynchronmotor, Drehstrommotor, Servo-Synchronmotor	
		Wenn $n_{\max}$ fehlt: $n_{\max} = 2.5 \cdot n_N$	
Max. zulässiges Drehmoment	$M_{\max}$	Magnetisch und mechanisch zulässiges Drehmoment des Motors	Nm
		Servo-Asynchronmotor, Drehstrommotor	
		Wenn $M_{\max}$ fehlt: $M_{\max} = 4 \cdot M_N$	
		Servo-Synchronmotor	
		Wenn $M_{\max}$ fehlt: $M_{\max} = \frac{I_{\max}}{I_N} \cdot M_N$	

Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie

DSD berechnet die M-n-Kennlinie auf Basis der eingegebenen Motordaten und des gewählten Umrichters.



[16-1] Plausible M-n-Kennlinie eines Anwendungsmotors (Asynchronmotor)

16.4.3 Registerkarte "Elektrisch"

Parameter	Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
Bemessungsstrom	I_N	Strom des Motors in seinem Bemessungspunkt	A
Stillstandsstrom	I_0	Dauerhaft zulässiger Motorstrom im Stillstand Der Wert wird nicht geprüft	A
		Servo-Asynchronmotor, Drehstrommotor, Servo-Synchronmotor	
		Wenn I_0 fehlt: $I_0 = I_N$	
Max. zulässiger Strom	$I_{\max}$	Max. zulässiger Strom des Motors	A
		Nur Servo-Asynchronmotor, Drehstrommotor	
		Wenn $I_{\max}$ fehlt: $I_{\max} = 4 \cdot I_N$	
Bemessungsspannung	U_N	Bemessungsspannung des Motors Beim Betrieb am Umrichter kann die Motorspannung geringer sein, als die Bemessungsspannung. Dadurch können sich Leistungsdaten des Motors ändern.	V
Verschaltung	—	Auswahl Verschaltung der Motorwicklungen	
		Y Sternschaltung	
		Δ Dreieckschaltung	
Bemessungsfrequenz	f_N	Drehfeldfrequenz für den jeweiligen Bemessungspunkt	Hz
Leistungsfaktor	$\cos \varphi$	Leistungsfaktor im Bemessungsbetrieb	

16.4.4 Registerkarte "Ersatzschaltbild"

16.4.4.1 Servo-Asynchronmotor, Drehstrommotor

Parameter	Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
Statorwiderstand	R_1	Widerstandswert der Statorwicklung • Wert für 20 °C Betriebstemperatur angeben	Ω
Rotorwiderstand	$R_{2'}$	Widerstandswert der Rotorwicklung, bezogen auf die Statorseite • Wert für 20 °C Betriebstemperatur angeben	Ω
Hauptinduktivität	L_h	Hauptinduktivität bei Bemessungsbetrieb	mH
Stator-Streuinduktivität	L_{1s}	Streuinduktivität des Stators	mH
Rotor-Streuinduktivität	$L_{2s'}$	Auf die Statorseite bezogene Streuinduktivität des Rotors	mH
Eisenverlustwiderstand (optional)	R_{FE}	Widerstand, der die Eisenverluste im Bemessungsbetrieb repräsentiert	Ω

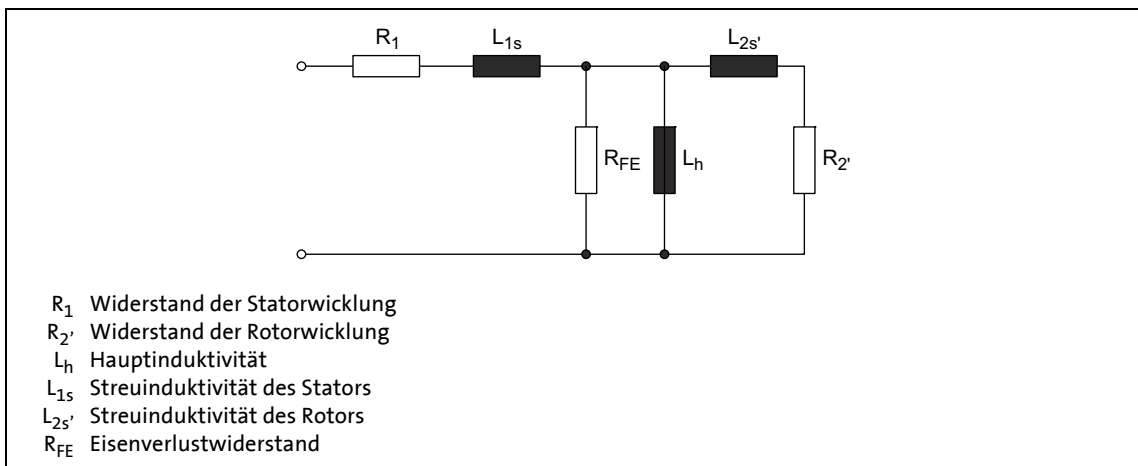
- Geben Sie die Werte für eine Motorphase ein. DSD rechnet mit dem Ersatzschaltbild einer Motorphase.
- Wenn Lenze Drehstrommotoren (MD, MH, MF) und Lenze Servo-Asynchronmotoren (MCA, MQA) im Lenze-Parameter C00086 aufgeführt sind, können Sie die Werte aus der Motortabelle im »Engineer« verwenden.
- Der Wert für den Eisenverlustwiderstand R_{FE} ist in C00086 nicht enthalten. Die Angabe ist optional.
 - Wenn kein geprüfter Wert vorliegt, stets 0 eingeben. Andernfalls ergibt sich eine falsche Kennlinie.
- Geben Sie die Widerstandswerte R_1 und $R_{2'}$ für eine Betriebstemperatur von 20 °C an.

Wenn Betriebstemperaturen nach EN 60085 in Isolierstoffklassen spezifiziert sind, müssen Sie die Widerstandswerte für 20 °C Betriebstemperatur umrechnen. Richtwerte für Isolierstoffklassen sind: Klasse B = 120 °C, Klasse F = 150 °C. Fragen Sie den Hersteller des Motors nach den genauen Werten.

Berechnung von R_1 (Statorwicklung aus CU)		Berechnung von $R_{2'}$ (Rotorwicklung aus AL)
$R_1 = \frac{R_{1,iso}}{(1 + 0.0039 \cdot (\vartheta_{iso} - 20))}$		$R_{2'} = \frac{R_{2',iso}}{(1 + 0.004 \cdot (\vartheta_{iso} - 20))}$
Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
R_1	Widerstandswert der Statorwicklung bei 20 °C Betriebstemperatur	Ω
$R_{1,iso}$	Widerstandswert der Statorwicklung bei Betriebstemperatur nach EN 60085	Ω
$R_{2'}$	Widerstandswert der Rotorwicklung bei 20 °C Betriebstemperatur	Ω
$R_{2',iso}$	Widerstandswert der Rotorwicklung bei Betriebstemperatur nach EN 60085	Ω
ϑ_{iso}	Betriebstemperatur nach Isolierstoffklasse	°C

- Wenn für eine Induktivität nur der Blindwiderstand (Reaktanz) in Ohm angegeben ist, müssen Sie den Wert für die Eingabe in mH umrechnen. Dazu wird die Bemessungsfrequenz f benötigt.

Berechnung von Induktivitäten		
$L = \frac{X}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot 1000}$		
Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
L	Induktivität	mH
X	Blindwiderstand (Reaktanz)	Ω
f	Bemessungsfrequenz	Hz



[16-2] Ersatzschaltbild Asynchronmotor (Darstellung für eine Phase)

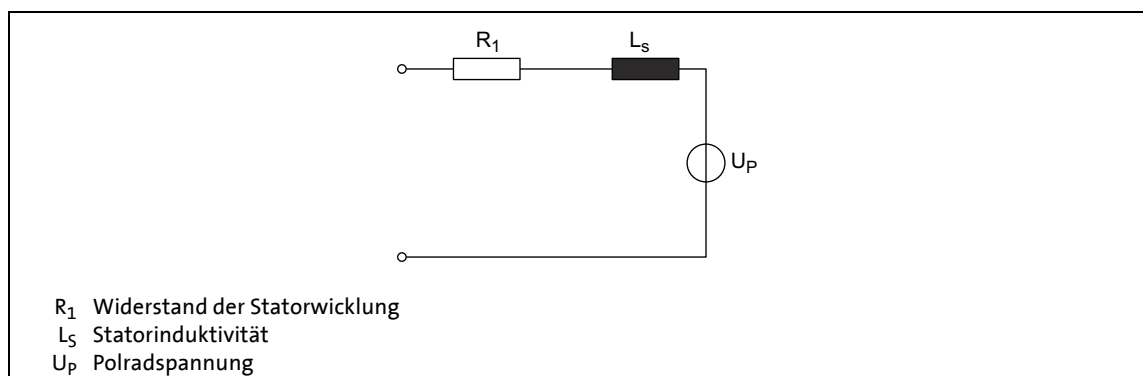
16.4.4.2 Servo-Synchronmotor

Parameter	Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
Statorwiderstand	R_1	Widerstandswert der Statorwicklung • Wert für 20 °C Betriebstemperatur angeben	Ω
Statorinduktivität (Bemessung)	$L_S(I_N)$	Statorinduktivität bei Betrieb mit Bemessungsstrom	mh
Statorinduktivität (Leerlauf)	$L_S(I_0)$	Statorinduktivität bei leerlaufendem Motor und Bemessungsdrehzahl	mh
Statorinduktivität (max. Strom)	$L_S(I_{\max})$	Statorinduktivität bei Betrieb mit max. Motorstrom	mh

- Geben Sie die Werte für eine Motorphase ein. DSD rechnet mit dem Ersatzschaltbild einer Motorphase.
- Wenn Lenze Servo-Synchronmotoren (MCS, MDSKS) im Lenze-Parameter C00086 aufgeführt sind, können Sie die Werte aus der Motortabelle im »Engineer« verwenden.
- Wenn die beiden Werte für die Statorinduktivität (Motor im Leerlauf, Betrieb mit max. Motorstrom) nicht gegeben sind, können Sie den Bemessungswert einsetzen. Allerdings werden dann Sättigungseinflüsse nicht berücksichtigt.
- Geben Sie den Widerstandswert R_1 für eine Betriebstemperatur von 20 °C an.

Wenn Betriebstemperaturen nach EN 60085 in Isolierstoffklassen spezifiziert sind, müssen Sie den Widerstandswert für 20 °C Betriebstemperatur umrechnen. Richtwerte für Isolierstoffklassen sind: Klasse B = 120 °C, Klasse F = 150 °C. Fragen Sie den Hersteller des Motors nach dem genauen Wert.

Berechnung von R_1 (Statorwicklung aus CU)		
$R_1 = \frac{R_{1,iso}}{(1 + 0.0039 \cdot (\vartheta_{iso} - 20))}$		
Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
R_1	Widerstandswert der Statorwicklung bei 20 °C Betriebstemperatur	Ω
$R_{1,iso}$	Widerstandswert der Statorwicklung bei Betriebstemperatur nach EN 60085	Ω
ϑ_{iso}	Betriebstemperatur nach Isolierstoffklasse	°C



[16-3] Ersatzschaltbild Synchronmotor (Darstellung für eine Phase)

16.4.5 Registerkarte "Zubehör"

Parameter	Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
Elektromechanische Bremse	—	Auswahl: • mit: Motor mit elektromechanischer Bremse • ohne: Motor ohne elektromechanische Bremse	
Bremsmoment	$M_{N,B}$	Bremsmoment der elektromechanischen Bremse • Motor ohne elektromechanische Bremse: Der Parameter ist ausgeblendet.	Nm
Trägheitsmoment	J_B	Trägheitsmoment der elektromechanischen Bremse • Motor ohne elektromechanische Bremse: Der Parameter ist ausgeblendet.	kgcm ²
Rückführsystem	—	Auswahl: • mit: Motor mit Rückführsystem • ohne: Motor ohne Rückführsystem	

16.4.6 Registerkarte "Kommentar"

In dem Eingabefeld können Sie Anmerkungen und Hinweise zum Anwendermotor eintragen.

16.5 Checkliste Asynchronmotor

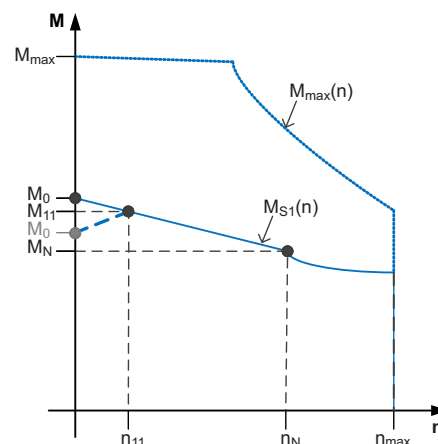
1. Technologie

- | | | |
|---------------------------------|---|---|
| a. Motortechnologie | ☐ Servo-Asynchronmotor | ☐ Drehstrommotor |
| b. Norm (Anbau an Getriebe) | ☐ IEC 72 / DIN 42984 | ☐ NEMA ☐ keine Norm |
| c. Schutzart | ☐ IP23 | ☐ IP54 ☐ IP__ |
| d. Kühlung | ☐ eigenbelüftet
☐ selbstbelüftet | ☐ fremdbelüftet ☐ Graugußlüfter |
| e. Betriebsspannung (Umrichter) | ☐ 1AC 230 V
☐ 3AC 415 V | ☐ 3AC 230 V ☐ 3AC 400 V
☐ 3AC 480 V |
| f. Polpaarzahl Motor | p _____ | Beispiel: Motor 4-polig, Bemessungsfrequenz $f_N = 50$ Hz |

$$n_N = \frac{f_N}{2p} = 1500 \text{ }^1/\text{min}$$

2. Mechanisch

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| a. Bemessungsdrehzahl | n_N _____ $^1/\text{min}$ |
| b. Bemessungsdrehmoment | M_n _____ Nm |
| c. Bemessungsleistung | P_N _____ kW |
| d. Wirkungsgrad im Bemessungspunkt | η _____ |
| e. Trägheitsmoment | J_M _____ kgcm^2 |
| f. Dauer-Stillstands-drehmoment | M_0 * _____ Nm |
| g. S1-Derating (Drehmoment) | M_{11} * _____ Nm |
| h. S1-Derating (Drehzahl) | n_{11} * _____ $^1/\text{min}$ |
| i. Max. zulässige Drehzahl | $n_{\max}$ _____ $^1/\text{min}$ |
| j. Max. zulässiges Drehmoment | $M_{\max}$ _____ Nm |



M_{11}/n_{11} : Eigenbelüfteter Motor mit verminderter Kühlung bei geringer Drehzahl, folglich wird M_0 abgesenkt.

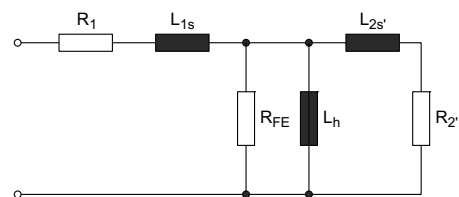
* Wenn keine Angabe vorhanden, $M_0 = M_{11} = M_N$ und $n_{11} = 0$ setzen

3. Elektrisch

- | | | |
|---|---|--|
| a. Bemessungsstrom | I_N _____ A | |
| b. Stillstandsstrom | I_0 _____ A | |
| c. Max. zulässiger Strom | $I_{\max}$ _____ A | |
| d. Bemessungsspannung | U_N _____ V | |
| e. Verschaltung | ☐ Dreieck ☐ Stern | |
| f. Bemessungsfrequenz | f_N _____ Hz | |
| g. Leistungsfaktor (im Bemessungsbetrieb) | $\cos \varphi$ _____ | |

4. Ersatzschaltbild

- | | | |
|--------------------------------------|-----------|----------------|
| a. Statorwiderstand | R_1 | _____ Ω |
| b. Rotorwiderstand | R_2' | _____ Ω |
| c. Hauptinduktivität | L_h | _____ mH |
| d. Stator-Streuinduktivität | L_{1s} | _____ mH |
| e. Rotor-Streuinduktivität | L_{2s}' | _____ mH |
| f. Eisenverlustwiderstand (optional) | R_{FE} | _____ Ω |



R_1 Widerstand der Statorwicklung
 R_2' Widerstand der Rotorwicklung
 L_h Hauptinduktivität
 L_{1s} Streuinduktivität des Stators
 L_{2s}' Streuinduktivität des Rotors
 R_{FE} Eisenverlustwiderstand

5. Zubehör

- | | | |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| a. Elektromechanische Bremse | ☐ Mit | ☐ Ohne |
| b. Rückführsystem | ☐ Mit | ☐ Ohen |



Hinweis!

Trägheitsmomente von Anbauten am Motorläufer (Bremsen, Geber, Riemenscheiben etc.) gesondert angeben.

6. Kommentar

16.6

Checkliste Synchronmotor

1. Technologie

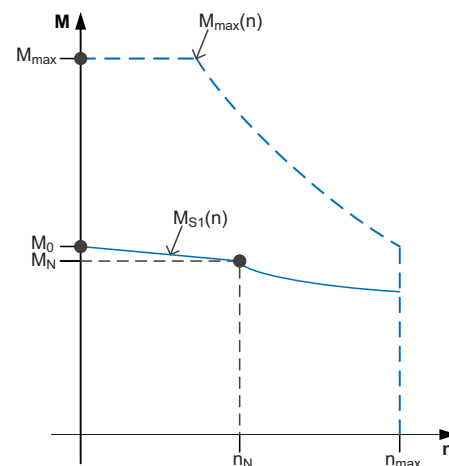
- | | | | |
|---------------------------------|---|--|--|
| a. Motortechnologie | ☐ Servo-Synchronmotor | | |
| b. Norm (Anbau an Getriebe) | ☐ IEC 72 / DIN 42984 | ☐ NEMA | ☐ keine Norm |
| c. Schutzart | ☐ IP23 | ☐ IP54 | ☐ IP__ |
| d. Kühlung | ☐ eigenbelüftet
☐ selbstbelüftet | ☐ fremdbelüftet | ☐ Graugußlüfter |
| e. Betriebsspannung (Umrichter) | ☐ 1AC 230 V
☐ 3AC 415 V | ☐ 3AC 230 V
☐ 3AC 480 V | ☐ 3AC 400 V |
| f. Polpaarzahl Motor | p _____ | | |

Beispiel: Motor 4-polig, Bemessungsfrequenz $f_N = 50 \text{ Hz}$

$$n_N = \frac{f_N}{2p} = 1500 \text{ 1/min}$$

2. Mechanisch

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| a. Bemessungsdrehzahl | n_N _____ 1/min |
| b. Bemessungsdrehmoment | M_N _____ Nm |
| c. Bemessungsleistung | P_N _____ kW |
| d. Wirkungsgrad im Bemessungspunkt | η _____ |
| e. Trägheitsmoment | J_M _____ kgcm ² |
| f. Dauer-Stillstandsrehmoment | M_0 * _____ Nm |
| g. S1-Derating (Drehmoment) | M_{11} ** _____ Nm |
| h. S1-Derating (Drehzahl) | n_{11} ** _____ 1/min |
| i. Max. zulässige Drehzahl | $n_{\max}$ _____ 1/min |
| j. Max. zulässiges Drehmoment | $M_{\max}$ _____ Nm |



* Wenn keine Angabe vorhanden, $M_0 = M_N$ setzen

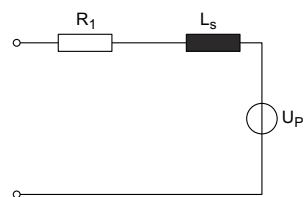
** Kein S1-Derating beim Servo-Synchronmotor
 $M_{11} = M_0$ und $n_{11} = 0$ setzen

3. Elektrisch

- | | |
|---|---|
| a. Bemessungsstrom | I_N _____ A |
| b. Stillstandsstrom | I_0 _____ A |
| c. Max. zulässiger Strom | $I_{\max}$ _____ A |
| d. Bemessungsspannung | U_N _____ V |
| e. Verschaltung | ☐ Dreieck ☐ Stern |
| f. Bemessungsfrequenz | f_N _____ Hz |
| g. Leistungsfaktor (im Bemessungsbetrieb) | $\cos \varphi$ _____ |

4. Ersatzschaltbild

- | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------|
| a. Statorwiderstand | R_1 | _____ Ω |
| b. Statorinduktivität (Bemessung) | $L_S(I_N)$ | _____ mH |
| c. Statorinduktivität (Leerlauf) | $L_S(I_0)$ | _____ mH |
| d. Statorinduktivität (max. Strom) | $L_S(I_{max})$ | _____ mH |



R_1 Widerstand der Statorwicklung
 L_S Statorinduktivität
 U_p Polradspannung

**Hinweis!**

Sind keine Werte für die Statorinduktivität (Leerlauf) und Statorinduktivität (max. Strom) vorhanden, kann der Bemessungswert eingesetzt werden. Sättigungseinflüsse werden dann nicht berücksichtigt.

5. Zubehör

- | | | |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| a. Elektromechanische Bremse | ☐ Mit | ☐ Ohne |
| b. Rückführsystem | ☐ Mit | ☐ Ohne |

**Hinweis!**

Trägheitsmomente von Anbauten am Motorläufer (Bremsen, Geber, Riemenscheiben etc.) gesondert angeben.

6. Kommentar

17 Hilfsmittel

Der DSD unterstützt Sie bei der Auswahl der richtigen Komponenten mit den folgenden im DSD integrierten Hilfsmitteln:

- ▶ [Hilfsrechner](#) (📖 466)
- ▶ [Physikalische Beiwerte](#) (📖 488)
- ▶ [MotionDesigner](#) (📖 489)
- ▶ [Lenze Intranet](#) (📖 489)
- ▶ [Lenze Internet](#) (📖 490)
- ▶ [Lenze «EASY Product Finder»](#) (📖 490)

Online-Dokumentation

Eine weitere Unterstützung bietet die Online-Dokumentation, die nicht nur eine reine Programmbeschreibung darstellt, sondern zudem Querverweise auf folgende Informationsquellen enthält:

- Anwendungsinfolblätter
- Hilfswerkzeuge (Microsoft® Excel-Worksheets)
- Projektierungshinweise

Print-Medien

Folgende Hilfsmittel liegen auch in gedruckter Form vor

- Lenze Formelsammlung



Tipp!

Sollten Sie persönliche Hilfe zum DSD benötigen, so wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Lenze-Vertrieb.

17.1 Hilfsrechner

Der DSD beinhaltet verschiedene Hilfsrechner, die Sie dabei unterstützen sollen, Eingabewerte zu ermitteln. Sie können über das Menü **Werkzeuge** aufgerufen werden.

- Die Hilfsrechner sind auch über Schaltflächen aufrufbar, die sich im *Eingabebereich* hinter dem jeweiligen Eingabefeld eines Parameters befinden (hier rot umrandet):

Geben Sie die Daten der Anwendung ein.

Durchmesser Rad d_{Rad} = 260 mm

Masse Fahrzeug m_{Fahrz} = 200 kg

Bedarfsmittlung der Anwendung ☒ Mit Standardwerten ☐ Mit detaillierten Werten

Zusätzliches Trägheitsmoment J_{add} = 0 kgm²

Neigungswinkel β = 0 °

Spezifischer Fahrwiderstand F^* = 200 N/t

- Eine mit dem Hilfsrechner ermittelte Größe wird automatisch in das entsprechende Eingabefeld des Parameters übernommen.

Allgemeine Hilfsrechner

Die allgemeinen Hilfsrechner können über das Menü **Werkzeuge** oder direkt über die Symbole in der *Symbolleiste* aufgerufen werden:

Symbol	Menübefehl	Beschreibung
	Werkzeuge	
	→Taschenrechner...	► Taschenrechner (Microsoft® Rechner) (📖 468)
	→Masserechner...	► Masserechner (📖 469)
	→Trägheitsrechner...	► Trägheitsrechner (📖 471)
	→Getrieberechner...	► Getrieberechner (📖 474)

Spezielle Hilfsrechner

- Die speziellen Hilfsrechnern stehen über den *Eingabebereich* zu bestimmten Parametern einer Anwendung zur Verfügung. Außerdem sind sie über das Menü **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner** aufrufbar.

Symbol	Menübefehl	Beschreibung
	Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner	
	→Fahrwiderstand	▶ Rechner "Fahrwiderstand" (484) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgenden Anwendungen zur Verfügung: ▶ Radantrieb (107) ▶ Riemenantrieb, umlaufend (73)
	→Durchmesser Ritzel	▶ Rechner "Durchmesser Ritzel" (484) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgender Anwendung zur Verfügung: ▶ Zahnstangenantrieb (95) ▶ Riemenantrieb, umlaufend (73) ▶ Omega-Riemenantrieb (84)
	→Wirkungsgrad Spindel	▶ Rechner "Wirkungsgrad Spindel" (487) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgender Anwendung zur Verfügung: ▶ Spindelantrieb (101)
	→Masse Riemen	▶ Rechner "Masse Riemen" (481) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgender Anwendung zur Verfügung: ▶ Riemenantrieb, umlaufend (73)
	→Masse Fördermenge	▶ Rechner "Masse Fördermenge (Fördertechnik)" (480) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgender Anwendung zur Verfügung: ▶ Gurtförderer Schüttgut (153)
	→Masse Streckenlast	▶ Rechner "Masse Streckenlast (Fördertechnik)" (479) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgenden Anwendungen zur Verfügung: ▶ Rollenförderer (140) ▶ Kettenförderer (134) ▶ Gurtförderer Stückgut (147) ▶ Gurtförderer Schüttgut (153)
	→Staukraft	▶ Rechner "Staukraft (Fördertechnik)" (483) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgenden Anwendungen zur Verfügung: ▶ Rollenförderer (140) ▶ Kettenförderer (134) ▶ Gurtförderer Stückgut (147) ▶ Gurtförderer Schüttgut (153)
	→Masse Gegengewicht	▶ Rechner "Masse Gegengewicht (Hubantrieb)" (477) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgender Anwendung zur Verfügung: ▶ Hubantrieb mit Gegengewicht (123)
	→Masse Seil/Kabel	▶ Rechner "Masse Seil/Kabel (Hubantrieb)" (478) Der Rechner steht auch im Eingabebereich bei folgenden Anwendungen zur Verfügung: ▶ Hubantrieb ohne Gegengewicht (114) ▶ Hubantrieb mit Gegengewicht (123)

17.1.1 Taschenrechner (Microsoft® Rechner)



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Taschenrechner...**
- Über das Symbol  in der *Symbolleiste* bzw. im *Eingabebereich*.
- Mit dem Rechner können Sie alle Standardoperationen bearbeiten, die Sie auch mit einem herkömmlichen Taschenrechner durchführen können. Der Rechner führt grundlegende arithmetische Operationen, wie beispielsweise Addition oder Subtraktion, ebenso wie wissenschaftliche Funktionen, wie beispielsweise Logarithmen und Fakultäten, aus.
- Der Rechner verfügt über eine eigene Online-Hilfe, die Ihnen die Verwendung des Rechners erklärt.

17.1.2 Masserechner



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Masserechner...**
- Über das Symbol  in der *Symbolleiste* bzw. im *Eingabebereich*.

Mit Hilfe des Masserechners kann die Masse verschiedener Körper berechnet oder abgeschätzt werden.

- Die einzelnen Werte in der Tabelle werden automatisch addiert.
- Durch Subtraktion (negativer Massewert) können Hohlräume oder Löcher von dem gesamten Körper wieder abgezogen werden.



Tipp!

Ein Glas kann z. B. aus dem Glasboden (Zylinder) und der Glaswandung (Dickwandiger Zylinder) oder aus dem Außenzylinder minus dem Innenzylinder zusammengesetzt werden.

Schaltfläche	Funktion
+/-	Zwischen negativer und positiver Masse umschalten. • Eine negative Masse kann z. B. eine Bohrung sein, die vom Körper abgezogen werden muss.
=	Ergebnis anzeigen.
 P	Dichtetabelle aufrufen. • In der Dichtetabelle ist das spezifische Gewicht der wichtigsten Werkstoffe hinterlegt.
Wert übernehmen	Berechneten Wert des Körper der Tabelle hinzufügen.
Wert verändern	Änderungen auf den in der Tabelle ausgewählten Körper anwenden.
Markierung löschen	Den in der Tabelle ausgewählten Körper löschen.
Tabelle löschen	Alle Körper in der Tabelle löschen
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Symbolleiste</i> oder <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Körper	Auswahl des zu berechnenden Körpers. • Bei der Auswahl "Direkte Eingabe" wird der Massewert des Körpers direkt eingegeben.
Bezeichnung	Bezeichnung des Körpers • Optionale Eingabe zur leichteren Identifikation der einzelnen Körper.
Durchmesser, Länge, Dichte, Radius, etc.	Eingabeparameter für die Berechnung. • Die Eingabeparameter sind abhängig vom ausgewählten Körper.

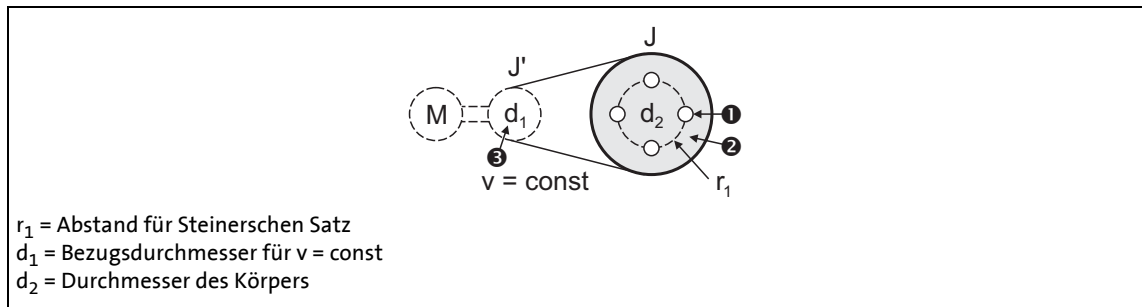
17.1.3 Trägheitsrechner



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Trägheitsrechner...**
- Über das Symbol  in der *Symbolleiste* bzw. im *Eingabebereich*.

Mit Hilfe des Trägheitsrechners lassen sich die Trägheiten komplexer geometrischer Körper berechnen:



[17-1] Beispiel zur Berechnung der Gesamtträgheit eines Riemengetriebes

- Körper können Hohlräume ❶ enthalten, die im Trägheitsrechner als einzelne Körper mit negativer Trägheit eingegeben werden.
- Wird eine Masse nicht um die im Trägheitsrechner vorgegebene Achse – wie bei den Hohlräumen ❶ ersichtlich – gedreht, sondern um einen Abstand aus dem Mittelpunkt verschoben, so kann der "Satz von Steiner" angewendet werden.
- Körper (z. B. Riemenscheibe mit Bohrung ❷), die sich mit einer anderen Bezugsdrehzahl als der Antriebsdrehzahl des Motors ❸ drehen, jedoch die gleiche Umfangsgeschwindigkeit besitzen, können im Trägheitsrechner mit der Auswahl " $v=\text{const}$ " auf die Motorseite umgerechnet werden.

Trägheitsrechner

Körper: **Zylinder** Bezeichnung:

Drehachse: **z-Achse**

Durchm: mm

Länge: mm

☐ Vorgabe Masse

Dichte: kg/m³

Masse: kg

☐ Steinerschen Satz verwenden

Abstand: mm

☐ Drehzahlanpassung auf v=const Bezug n(d1)

Trägheitsmoment des Körpers: kgm²

Diagramm 1: 3D-Zylinder mit Koordinatenachsen x, y, z und Drehachse z.

Diagramm 2: Zwei Kreise mit Massen M und d₁ (J') und d₂ (J) im Abstand d₁ und d₂. Text: v = const

Wert übernehmen Wert verändern

Körper	Bezeichnung	J[kgm²]

Markierung löschen
Tabelle löschen

Summe: kgm²

Hilfe Schließen

Schaltfläche	Funktion
+/-	Zwischen negativer und positiver Trägheit umschalten. • Erforderlich bei einer negativen Masse (z. B. Bohrung), die vom Körper abgezogen werden muss.
=	Ergebnis anzeigen.
	Dichtetabelle aufrufen. • In der Dichtetabelle ist das spezifische Gewicht der wichtigsten Werkstoffe hinterlegt.
Wert übernehmen	Berechnete Trägheit des Teilkörpers der Tabelle (der Gesamtträgheit) hinzufügen.
Wert verändern	Änderungen auf den in der Tabelle ausgewählten Teilkörper anwenden.
Markierung löschen	Den in der Tabelle ausgewählten Teilkörper löschen.
Tabelle löschen	Alle Teilkörper in der Tabelle löschen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Symboleiste</i> oder <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Körper	Auswahl des zu berechnenden Körpers. • Durch die Auswahl "Direkte Eingabe" wird der Massewert des Körpers direkt eingegeben.
Bezeichnung	Bezeichnung des Körpers • Optionale Eingabe zur leichteren Identifikation der verschiedenen Körper.
Drehachse, Durchmesser, Länge, etc.	Eingabeparameter für die Berechnung. • Die Eingabeparameter sind abhängig vom ausgewählten Körper.
Masse	Bei Auswahl der Option Vorgabe Masse kann die Masse direkt anstelle der weiteren Eingabeparameter für die Berechnung vorgegeben werden.
Abstand	Bei Auswahl der Option Steinerschen Satz verwenden kann hier der Abstand für die parallele Verschiebung der Achsen vorgegeben werden.
d1/r1 d2/r2	Bei Auswahl der Option Drehzahlenpassung auf $v=\text{const}$ Bezug $n(d1)$ kann eine Umrechnung auf einen anderen Bezugsdurchmesser/-radius vorgenommen werden. • Hierbei bleibt die Umfangsgeschwindigkeit bei sich ändernder Drehzahl konstant. • Beispiel 1: Die Massenträgheit einer Umlenkscheibe/-rolle soll auf die Antriebsscheibe umgerechnet werden. Antriebsscheibe und Umlenkscheibe haben unterschiedliche Durchmesser. • Beispiel 2: Tragrollen eines Fördergurtes sollen mit der Antriebsrolle und der Umlenkrolle des Förderbandes zu einer gemeinsamen Trägheit zusammengefasst werden. • Beispiel 3: Wie in Abb. [17-1] dargestellt, soll die Gesamtträgheit eines Riemengetriebes auf die Abtriebsseite bezogen berechnet werden (Allgemeine Übersetzung).

17.1.4 Getrieberechner



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Getrieberechner...**
- Über das Symbol  in der *Symbolleiste* bzw. im *Eingabebereich*.

Der Rechner hat zwei Registerkarten.

Registerkarte Getriebeübersetzung

Auf der Registerkarte **Getriebeübersetzung** wird die Getriebeübersetzung berechnet.

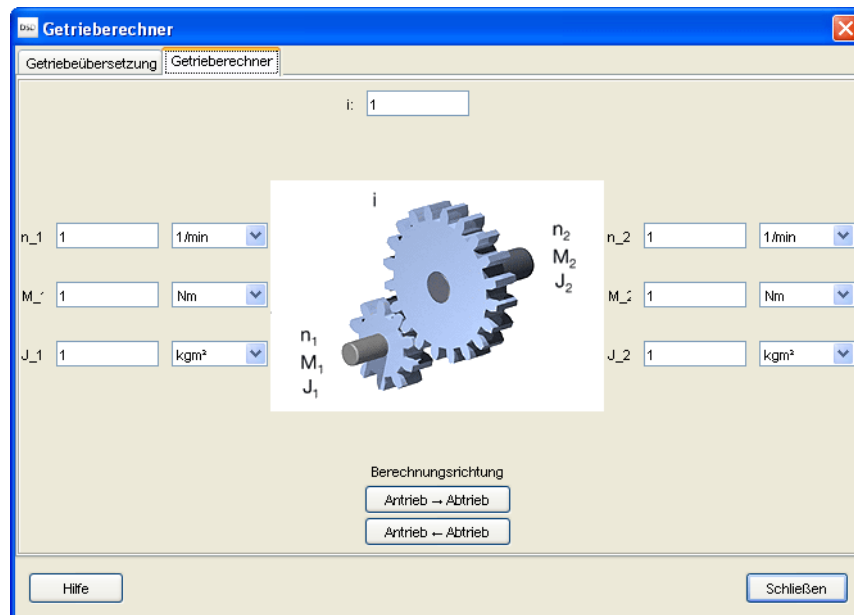
Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis anzeigen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Symbolleiste</i> oder <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Vorgabe	Auswahl der Eingabe (Durchmesser oder Anzahl Zähne).
d_1, d_2	Durchmesservorgaben für die Berechnung. • Nur bei Vorgabeauswahl "Durchmesser".
z_1, z_2	Vorgabe der Zähnezahlen für die Berechnung. • Nur bei Vorgabeauswahl "Anzahl Zähne".

Registerkarte Getrieberechner

Auf der Registerkarte **Getrieberechner** werden Drehmomente, Drehzahlen und Massenträgheiten von einer Getriebeseite auf die andere Getriebeseite transformiert.

- Um eine Transformation von der Abtriebsseite auf die Antriebsseite zu ermöglichen, lässt sich über zwei Schaltflächen die gewünschte Richtung der Transformation umschalten. Beide Berechnungsrichtungen stehen jedoch nur bei Aufruf des Getrieberechners über die Symbolleiste zur Verfügung. Im Kontext einer Anwendung ist nur eine Richtung aktiv.



Schaltfläche	Funktion
Antrieb --> Abtrieb	Ergebnis berechnen: Antriebsseite auf Abtriebsseite. • Schaltfläche nur bei Direktaufruf über <i>Symbolleiste</i> verfügbar.
Antrieb <-- Abtrieb	Ergebnis berechnen: Abtriebsseite auf Antriebsseite.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Symbolleiste</i> oder <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
i	Getriebeübersetzung für die Berechnung
n₁	Antriebsseitige Drehzahl
M₁	Antriebsseitiges Drehmoment
J₁	Antriebsseitiges Trägheitsmoment
n₂	Abtriebsseitige Drehzahl
M₂	Abtriebsseitiges Drehmoment
J₂	Abtriebsseitiges Trägheitsmoment

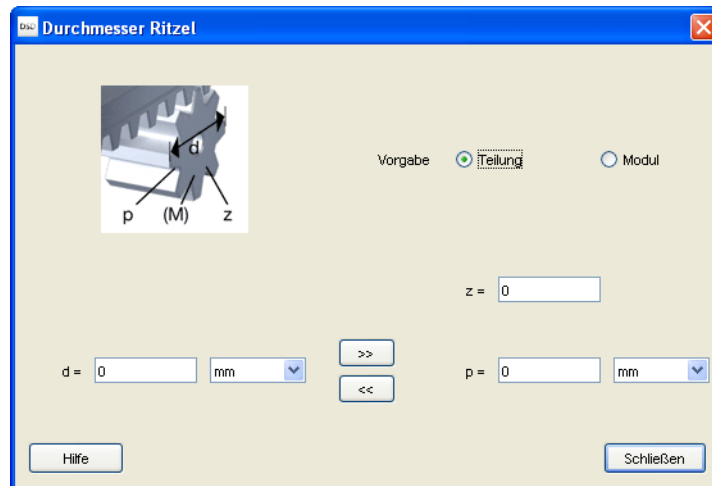
17.1.5 Rechner "Durchmesser Ritzel"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner→Durchmesser Ritzel...**
- Über das Symbol  im *Eingabebereich*.

Der Rechner dient zur Berechnung des Antriebsdurchmessers von Zahnstangen aus dem Modul und von Riemenanwendungen aus der Teilung.



Schaltfläche	Funktion
>>	Teilung/Modul aus dem Durchmesser und der Zähnezahl berechnen. • Schaltfläche nur bei Direktaufruf über <i>Symbolleiste</i> verfügbar.
<<	Durchmesser aus Teilung/Modul und Zähnezahl berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Vorgabe	Auswahl der Berechnungsgrundlage. • Zur Auswahl stehen "Modul" (Zahnstangen) oder "Teilung" (Zahnriemen).
z	Zähnezahl des Antriebsritzel
p	Teilung
M	Modul

17.1.6 Rechner "Masse Gegengewicht (Hubantrieb)"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner→Masse Gegengewicht (Hubantrieb)...**
- Über das Symbol  im *Eingabebereich*.

Bei Hubanwendungen mit Gegengewicht kann durch optimale Wahl des Gegengewichts die benötigte Antriebsleistung minimiert werden.

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Masse Nutzlast	Eingabeparameter für die Berechnung.
Masse Förderkorb	
Einsicherung Gegengewicht	
Einsicherung Nutzlast	



Hinweis!

DSD übernimmt keine Werte aus dem Eingabebereich in den Hilfsrechner.

- Prüfen Sie, dass die Werte für die Einsicherung im Hilfsrechner mit den in DSD eingegebenen Werten übereinstimmen, um fehlerhafte Berechnungen zu vermeiden.

17.1.7 Rechner "Masse Seil/Kabel (Hubantrieb)"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner→Masse Seil/Kabel (Hubantrieb)...**
- Über das Symbol  im *Eingabebereich*.

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Dichte Seil	Eingabeparameter für die Berechnung.
Länge Seil	
Durchmesser Seil	

17.1.8 Rechner "Masse Streckenlast (Fördertechnik)"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner→Masse Streckenlast (Fördertechnik)...**
- Über das Symbol  im *Eingabebereich*.

Mit dem Rechner können Sie in die Länge ausgedehnte Lasten berechnen.



Tipp!

Für Riemenanwendungen steht der [Rechner "Masse Riemen"](#) zur Verfügung. (481)

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Gewicht pro Länge	Eingabeparameter für die Berechnung.
Förderlänge	



Hinweis!

DSD übernimmt keine Werte aus dem Eingabebereich in den Hilfsrechner.

- Prüfen Sie, dass der Wert für die Förderlänge im Hilfsrechner mit dem in DSD eingegebenen Wert übereinstimmt, um fehlerhafte Berechnungen zu vermeiden.

17.1.9 Rechner "Masse Fördermenge (Fördertechnik)"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner→Masse Fördermenge (Fördertechnik)...**
- Über das Symbol  im *Eingabebereich*.

Mit dem Rechner können Sie die Nutzmasse eines Gurtförderers anhand der Fördermenge berechnen.

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Max. Fördermenge	Eingabeparameter für die Berechnung.
Max. Geschwindigkeit	
Förderlänge	

17.1.10 Rechner "Masse Riemen"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner→Masse Riemen...**
- Über das Symbol  im *Eingabebereich*.

**Hinweis!**

Zur Berechnung der Masse des Riemens einer Anwendung werden Herstellerdaten über den verwendeten Riemen benötigt.

Riemen können mit einem auf eine bestimmte Breite normierten Gewicht angegeben werden. Bezogen auf eine Breite von 10 mm wird dann z. B. die Masse in g/m angegeben. Für diese Art der Angabe ist die Vorgabe "Masse mit Bezugsbreite" auszuwählen.

Wird für feste Riemenbreiten die Masse bezogen auf die Länge angegeben, so ist stattdessen die Vorgabe "Masse mit Längenbezug" auszuwählen.

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Vorgabe	Auswahl des Bezugs (Breitenbezug oder Längenbezug).

Eingabefeld	Bedeutung
Bezugsbreite	Eingabeparameter für die Berechnung. • Bei Auswahl des Längenbezugs entfallen die Eingabeparameter Bezugsbreite und Riemenbreite.
Spezifische Masse Riemen	
Länge Riemen	
Masse Riemen	
Anzahl Riemen (parallel)	Anzahl der parallel laufenden Riemen mit gleichen Daten.

17.1.11 Rechner "Staukraft (Fördertechnik)"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge**→**Spezielle Hilfsrechner**→**Masse Staukraft (Fördertechnik)**...
- Über das Symbol  im *Eingabebereich*.

Mit dem Rechner können Sie die Kraft berechnen, die ein gegen einen Anschlag gefahrenes Fördergut auf einen Stetigförderer aufbringt.

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Masse am Anschlag	Die gegen einen Anschlag gefahrenen Massen
Reibwert der Last auf Bahn	Reibbeiwert zwischen Last und Unterlage
Neigungswinkel	Winkel zur Horizontalen β
Kraft durch weitere Reibung	Kraft durch weitere Reibung



Hinweis!

DSD übernimmt keine Werte aus dem Eingabebereich in den Hilfsrechner.

- Prüfen Sie, dass der Winkel β im Hilfsrechner mit dem in DSD eingegebenen Winkel übereinstimmt, um fehlerhafte Berechnungen zu vermeiden.

17.1.12 Rechner "Fahrwiderstand"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner→Fahrwiderstand...**
- Über das Symbol  im Eingabebereich.

Der Rechner hat zwei Registerkarten.

Registerkarte Fahrtrieb

Der Rechner ermittelt den Fahrwiderstand von Fahrzeugen auf Schiene oder Straße.

- Der Fahrwiderstand ist eine für ein Fahrzeug typische Größe und berechnet sich wie folgt:

$F' = g \cdot \left(\frac{2 \cdot f \cdot \cos \beta}{d_{\text{Whl}}} + \frac{d_{\text{Brg}} \cdot \mu}{d_{\text{Whl}}} + c \right)$	
g	Erdbeschleunigung
f	Hebelarm der Rollreibung
β	Neigungswinkel
d _{Whl}	Raddurchmesser
d _{Brg}	Lagerdurchmesser
μ	Reibungskoeffizient
c	Seitenreibung

Fahrwiderstand

Radantrieb | Linearführung

Hebelarm der Rollreibung: 0 mm

Lagerreibung: 0

Spurkranzreibung: 0

Durchmesser Rad: 0 mm

Neigungswinkel: 0 °

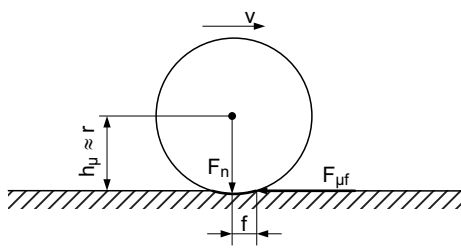
Durchmesser Lager: 0 mm

Spezifischer Fahrwiderstand: 0 N/t

Hilfe | Schließen

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Standardwerte	Setzt alle Werte in den Eingabefeldern auf die Lenze-Einstellung zurück. • Schaltfläche nur bei Direktaufruf über <i>Symbolleiste</i> verfügbar.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Hebelarm der Rollreibung	Hebelarm der Rollreibung
Lagerreibung	Lagerreibung (Koeffizient)
Spurkranzreibung	Seitenreibung (Koeffizient)
Durchmesser Rad	Raddurchmesser • Muss beim Fahrentrieb mit den Werten in der Eingabemaske identisch sein.
Neigungswinkel	Winkel zur Horizontalen β
Durchmesser Lager	Lagerdurchmesser

	
f	Hebelarm der Rollreibung
$F_{\mu f}$	Rollreibung (Betrag)
F_n	Anpresskraft der Walze
v	Geschwindigkeit

[17-2] Prinzip der Rollreibung



Hinweis!

DSD übernimmt keine Werte aus dem Eingabebereich in den Hilfsrechner.

- Prüfen Sie, dass der Winkel β im Hilfsrechner mit dem in DSD eingegebenen Winkel übereinstimmt, um fehlerhafte Berechnungen zu vermeiden.

Registerkarte **Linearführung**

Der Rechner ermittelt den Fahrwiderstand bei Anwendungen mit Linearführungen.

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Reibbeiwert Führung	Reibkoeffizient der Führung
Neigungswinkel	Winkel zur Horizontalen β



Hinweis!

- Der Fahrwiderstand enthält nur jene Anteile der Reibkraft, die von der Masse der Anwendung abhängen. Konstante, belastungsunabhängige Kräfte müssen Sie als Gegenkraft beim Bewegungsdesign eingeben.
- DSD übernimmt keine Werte aus dem Eingabebereich in den Hilfsrechner.
 - Prüfen Sie, dass der Winkel β im Hilfsrechner mit dem in DSD eingegebenen Winkel übereinstimmt, um fehlerhafte Berechnungen zu vermeiden.

17.1.13 Rechner "Wirkungsgrad Spindel"



So können Sie den Rechner aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Spezielle Hilfsrechner→Wirkungsgrad Spindel...**
- Über das Symbol  im *Eingabebereich*.

Mit dem Rechner können Sie den Wirkungsgrad der Spindel eines Spindelantriebs berechnen.

Schaltfläche	Funktion
=	Ergebnis berechnen.
Schließen	Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über die <i>Menüleiste</i> aufgerufen wird.
Übernehmen	Berechneten Wert für den Parameter übernehmen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.
Abbrechen	Berechneten Wert verwerfen und Dialogfeld schließen. • Nur verfügbar, wenn der Rechner über den <i>Eingabebereich</i> aufgerufen wird.

Eingabefeld	Bedeutung
Spindelsteigung	Eingabeparameter für die Berechnung.
Reibdurchmesser der Spindel	
Reibbeiwert der Spindel	



Hinweis!

DSD übernimmt keine Werte aus dem *Eingabebereich* in den Hilfsrechner.

17.2 Physikalische Beiwerte

Der DSD enthält umfangreiche Wertetabellen mit physikalischen Beiwerten. Sie sind eine komfortable Hilfe bei der Eingabe der Werte.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft eine Wertetabelle.

Material	kg/dm ³
Reineisen	7,870
Gusseisen	7,850
Stahl	7,850
Aluminium	2,700
Reinkupfer	8,960
Kupfer	8,900
Polyethylen	0,9200
Polystyrol	1,050
Polyvinylchlorid (PVC)	1,390
Polyamid 6	1,130
Chrysotile	2,500
Amphibole	3,200
Porzellan	2,300
E-Glas	2,520
A-Glas	2,460

- Sie können die Wertetabellen über die Menüleiste aufrufen oder über Schaltflächen, die sich an entsprechender Stelle im *Eingabebereich* und in den Hilfsrechnern befinden:

Symbol	Wertetabelle	Verwendung in folgenden Anwendungen
	Dichte feste Stoffe	Hilfsrechner
	Dichte Wickelmaterialien	Wickelantriebe
	Dichte flüssige Stoffe	Pumpe
	Haftreibungskoeffizient	Linienantrieb mit Einfachwalze Linienantrieb mit Quetschwalze
	Gleitreibungskoeffizient	Zahnstangenantrieb Spindelantrieb Kurbeltrieb
	Reibungskoeffizient bei Rollen	Kettenförderer Gurtförderer für Stückgut
	Lager- und Spindelreibung	Rollenförderer
	Spurkranz- und Seitenreibung	
	Hebelarm der Rollreibung	Rollenförderer Linienantrieb mit Quetschwalze
	Beiwert der Nebenkraft bei Gurtförderern	Gurtförderer für Schüttgut
	Beiwert des Füllgrades bei Gurtförderern	Gurtförderer für Schüttgut
	Wirkungsgrad Antriebselemente	Riemenanwendungen

**Tipp!**

Sie vermissen einen Beiwert in den Wertetabellen? Informieren Sie Ihren zuständigen Lenze-Vertrieb, so dass der fehlende Beiwert in zukünftige DSD-Versionen einfließen kann.

17.3 MotionDesigner

Über das Symbol  in der *Symbolleiste* oder den Menübefehl **Werkzeuge→MotionDesigner** rufen Sie das Dialogfeld *MotionDesigner* auf, in dem Sie translatorische und rotatorische Profile erstellen und speichern können.

- Das Dialogfeld *MotionDesigner* steht auch dann zur Verfügung, wenn noch keine Anwendung geöffnet ist.
- Ausführliche Informationen zur Eingabe eines Bewegungsprofils über das Dialogfeld *MotionDesigner* finden Sie im Kapitel [Bewegungsdesign](#). (📖 243)

17.4 Lenze Intranet

Das Intranet ist nur für Lenze-Mitarbeiter mit einer Berechtigung zugänglich. Bei bestehender Intranet-Verbindung können Sie über das Menü **Hilfe** auf der Lenze Webseite folgende Seiten aufrufen:

- Support im Intranet (AKB)
- Versions-Informationen (AKB)
- Newsletter AKB abonnieren
 - Abonnieren Sie den DSD-Newsletter, um aktuelle Informationen zum DSD regelmäßig per Email zu erhalten!
- Software-Download
- Informationen zur Antriebsauslegung

17.5**Lenze Internet**

Bei bestehender Internet-Verbindung können Sie über das Menü **Hilfe** auf der Lenze Webseite folgende Seiten aufrufen:

- Support im Web (AKB)
- Suchen in AKB
- Versions-Informationen (AKB)
- Newsletter AKB abonnieren
 - Abonnieren Sie den DSD-Newsletter, um aktuelle Informationen zum DSD regelmäßig per Email zu erhalten!
- Software-Download
- Lenze im Internet

17.6**Lenze «EASY Product Finder»**

So können Sie den »EASY Product Finder« aufrufen:

- Über den Befehl **Werkzeuge→Weitere Hilfsmittel (Weblinks)→EASY Product Finder**.
- Im Internet unter <http://dsc.lenze.de/dsc>.

Vorteile des »EASY Product Finder«:

- Elektronischer Katalog zur Auswahl von Produkten.
- Einfache Zusammenstellung von Produkten und Zubehör mittels Konfiguration.
- Umfangreiche Informationen rund um die Produkte.
- CAD-Daten und M-n Kennlinien aller gängigen Produkte.

18 Einschränkungen der Antriebsauslegung

Mit dem DSD sind bisher viele tausend Auslegungen gemacht worden, hierbei hat sich das Programm bestens bewährt.

- **Wichtige Informationen, Release notes zum DSD sowie Tipps und Tricks finden Sie:**
 - in der "Application Knowledge Base" (AKB) unter <http://AKB.Lenze.de>
 - im Bereich "Services & Downloads" unter <http://www.Lenze.com>.
- Nutzen Sie dazu auch die Weblinks im Menü **Hilfe**.
- Die Auslegung berücksichtigt die Komponenten Getriebe, Motor, Umrichter, Geber, elektrische Bremsen, Ein- und Rückspeisemodule sowie elektromechanische Bremsen.
- Weiteres Zubehör (z. B. Netzfilter, Automatisierungsbaugruppen, Gerätesoftware) wird derzeit vom DSD noch nicht konfiguriert und kann z. B. über den »EASY Product Finder« ermittelt werden.
- Aktuelle Daten und Eigenschaften der Lenze-Produkte entnehmen Sie der Dokumentation zum jeweiligen Produkt.

Die folgenden Kapitel beschreiben Einschränkungen bei der Antriebsauslegung mit dem DSD. In diesen Fällen prüft der DSD nicht oder nur eingeschränkt. Sie müssen die Prüfungen manuell durchführen.

18.1 Feldschwächung



Hinweis!

Nur relevant für Antriebssysteme, die oberhalb der Bemessungsdrehzahl ($n_{\max} > n_N$) betrieben werden sollen.

- Typische Anwendungen hierfür sind: Wickel-, Verfahr- und Zustellantriebe mit Eilgang unter Teillast!
- DSD gibt eine Meldung aus, wenn der Feldschwächbetrieb erreicht wird:
 - Synchronmotoren: $n_{\max} > 2.0 \cdot n_N$
 - Asynchronmotoren: $n_{\max} > 5.0 \cdot n_N$

Änderungen beim dynamischen Verhalten des Motors im Feldschwächbetrieb werden in DSD nicht geprüft.

18.2 Weltweite Netzspannungen und Netzformen

Der DSD beinhaltet weltweit existierende Netzspannungen und Netzformen. In Abhängigkeit der getroffenen Auswahl ordnet der DSD den verfügbaren Lösungsraum von Umrichtern automatisch zu.



Hinweis!

Für Umrichter, die an Netzen mit "3 AC, 415 V" < $U_{\text{Netz}_N} \leq$ "3 AC, 500 V" betrieben werden (z. B. Kanada, Taiwan oder Betriebsnetze mit Sonderspannungen):

Die Auslegung kann auch mit der Einstellung "3 AC, 400 V", "3 AC, 415 V" oder "3 AC, 480 V" im DSD erfolgen. Bei abweichender Spannung ist abschließend manuell die Anwendung mit reduzierten Stromwerten des Umrichters zu prüfen!

Siehe auch: [▶ Netz und Umgebung \(📖 296\)](#)

18.3 Netzunterspannungen: Einfluss auf das Betriebsverhalten

Die Auswirkungen von Netzunterspannungen (z. B. "3 AC, 400 V" - 10 %) auf die verfügbaren Geräteausgangsspannungen und damit auch auf die Motor-M-n-Kennlinien wird vom DSD noch nicht automatisch berücksichtigt.

18.4 Hochdynamische Anwendungen mit Beschleunigungszeiten < 50 ms



Hinweis!

Nur relevant für hochdynamische Anwendungen mit Beschleunigungszeiten < 50 ms, z. B. Motion-Control-Anwendungen, bei denen hochdynamische Bewegungsprofile mit geringem Schleppfehler gefahren werden müssen!

Siehe auch: [Minimale Grenzwerte für Hoch- und Ablaufzeiten \(📖 282\)](#)

Die Anregelzeit des Antriebssystems (Folgen der Führungsgröße) macht sich bei extrem kurzen Beschleunigungen zunehmend bemerkbar und ist zu berücksichtigen.

Die Anregelzeit hängt vom Typ des eingesetzten Umrichters, vom Motor und vom Regelverfahren ab. Oft sind Simulationen des Prozesses erforderlich, um die Realisierbarkeit solcher Anwendungen zu überprüfen, oder es liegen Daten oder Erfahrungen vor.

- Der DSD prüft alle relevanten physikalischen Parameter, unabhängig von der Kürze der Beschleunigungszeit.
- Die Anregelzeiten der verwendeten Umrichter werden vom DSD nicht geprüft.
- Zusätzlich sind noch die Reaktionszeiten von Feldbussen und übergeordneten Steuerungen zu beachten.

18.5 Rückführsysteme

Auswahlkriterien wie z. B. Genauigkeiten, Auflösungen, Grenzfrequenzen, max. zulässige Drehzahlen werden vom DSD nicht berücksichtigt.

Die Grenzfrequenz am Eingang des Umrichters kann überschritten werden, wenn das Rückführsystem durch die Kombination aus Strichzahl und max. Drehzahl eine zu hohe Impulsfrequenz ausgibt. Eine Überprüfung im DSD findet nicht statt.

- Die Einhaltung dieser Kriterien müssen Sie manuell prüfen.

18.6 Mechanische Bremsen für Wickelantriebe

Aufgrund hoher Trägheitsmomente und hoher Materialgeschwindigkeiten können rotierende Wickelballen große Mengen kinetische Energie speichern, die in einer Not-Halt-Situation schnell abgebaut werden müssen. Nur wirksame und ausreichend dimensionierte elektrische, elektromechanische Bremsen und zum Teil auch zusätzliche mechanische Bremsen können diese Energie abbauen. Eine Kombination und Koordination mehrerer Bremssysteme ist möglich.

- Wickelantriebe müssen über mindestens eine Bremseinrichtung verfügen, entweder als Motorbremse oder als eigenständige separate Bremse, die im Fehlerfall den Antrieb mit einer definierten Häufigkeit und einem definierten Bremsweg sicher bremsen kann.
- Bei sehr hohen Trägheitsmomenten und Geschwindigkeiten sollten Sie zusätzlich z. B. Scheibenbremsen einsetzen, um den Antrieb in der Bremsphase zu entlasten. Die zusätzliche Bremse kann gleichzeitig als redundantes System wirken.
- Die Bremsenansteuerung muss zweikanalig erfolgen.
- Bei einer Antriebsauslegung mit elektromechanischer Motorbremse berechnet DSD die Bremse als Haltebremse mit einer gewissen Reserve. Der Reservefaktor wird im Auslegungsprotokoll ausgewiesen. Ergänzend müssen Sie die Motorbremse als Betriebsbremse auslegen, unter Berücksichtigung der max. zulässigen Reibarbeit der Bremse.

Permanentmagnet-Haltebremse

Permanentmagnet-Haltebremsen haben ein reduziertes Bremsdrehmoment bei höheren Drehzahlen (drehzahlabhängiger Drehmomentabfall). Bei Drehzahl Null kann das Drehmoment von 100 % auf 20 % des Bremsenkennmoments abfallen.

Wenn die Bremse eine sicherheitsrelevante Funktion hat, dürfen Sie eine Permanentmagnet-Haltebremse nicht als Betriebsbremse einsetzen.

- Im Notfall (elektrisches Bremsen durch den Umrichter fällt aus) wird der Antrieb nicht sicher gebremst.
- Verwenden Sie entweder eine zusätzliche Bremseinrichtung außerhalb des Motors oder einen Motor mit Federkraftbremse.
- Eine Betriebsbremse müssen Sie manuell auslegen und prüfen. DSD legt eine Motorbremse nur als Haltebremse aus, nicht als Betriebsbremse.

18.7 Sättigungseffekte im Motor bei > 200 % M_N **Hinweis!**

Tritt nur bei dynamischen Überströmen > ca. 200 ... 250 % auf.

Werden Motoren oberhalb von ca. 200 ... 250 % Bemessungsstrom betrieben, so erhöht sich bei Synchronmotoren das Drehmoment nicht mehr proportional zum Strom bzw. folgt bei Asynchronmotoren nicht mehr den im DSD hinterlegten Gleichungen.

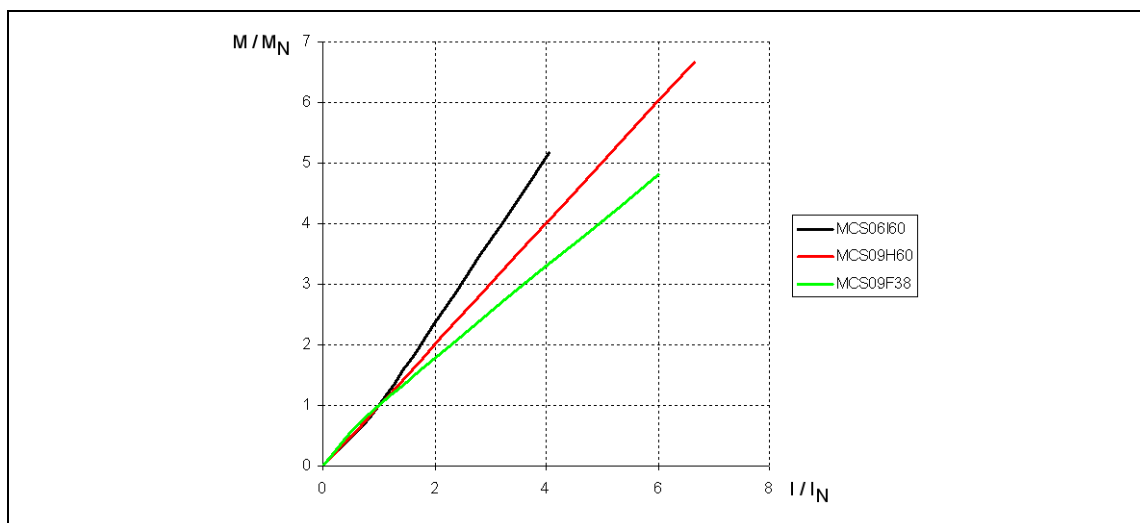
- Dieser Effekt wird im DSD berücksichtigt.
- DSD erzeugt einen "Hinweis", wenn der Wert von 400 % überschritten wird und weist darauf hin, dass die thermische Auslastung von Motor und Umrichter sowie ein erhöhter Strombedarf des Umrichters die Folge sind.

Effekt bei Synchronmaschinen (SM)

Für SM ist das Verhältnis von Drehmoment zu Strom (k_T) eine wichtige Kenngröße. Dieses Verhältnis ist jedoch nicht linear bei hohen Belastungen und starken Drehzahländerungen.

Es treten zwei verschiedene Effekte auf:

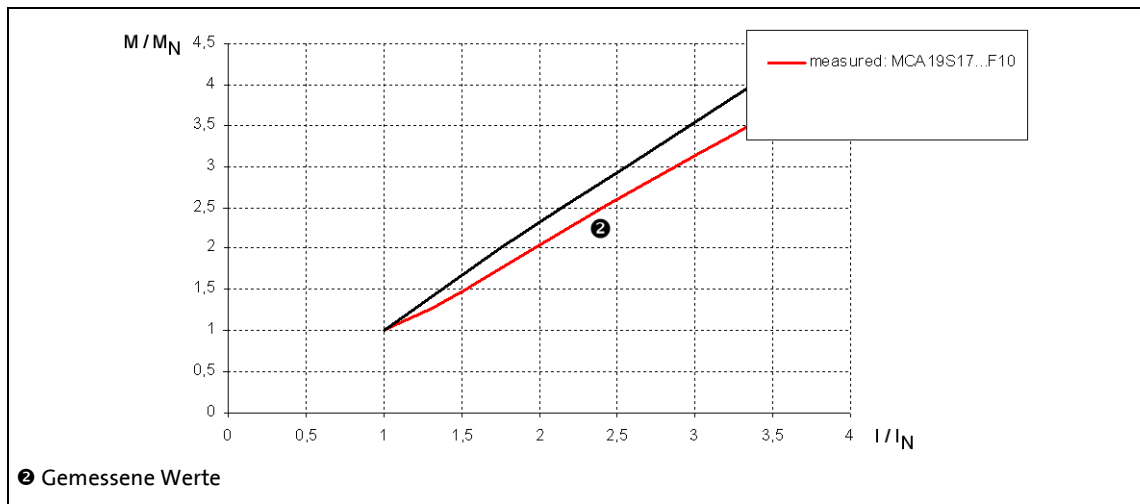
- Sättigung von Eisenteilen bei hohen Strömen.
- Drehzahlabhängige, nicht exakte Abbildung des realen Motors im Motormanagement des Umrichters.



[18-1] Verhältnis Drehmoment zu Strom am Beispiel von MCS Servo-Synchronmotoren

Effekt bei Asynchronmaschinen (ASM)

Für Asynchronmaschinen wird der Strom aus einem komplexen Strommodell berechnet. Dabei werden sowohl Sättigungseffekte als auch Spannungsabfälle im Umrichter berücksichtigt. Die Berechnungen in DSD können bis zu einer 4-fachen Überlastung des Motors als hinreichend genau angenommen werden.



[18-2] Verhältnis Drehmoment zu Strom am Beispiel eines MCA Servo-Asynchronmotors

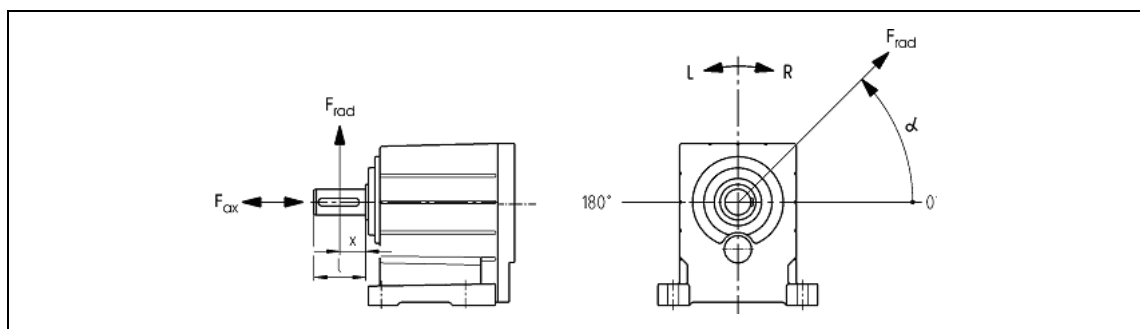
18.8

Radial- und Axialbelastungen der Motor- bzw. Getriebewelle**Hinweis!**

Nur relevant für Motorwellen oder Getriebewellen, die über Riemen oder Ketten mit der Lastmaschine gekoppelt sind!

In Abhängigkeit der mechanischen Konstruktion können radiale Kräfte (z. B. bei Riemenantrieben) und axiale Kräfte auf die Motor- bzw. Getriebeabtriebswelle wirken.

- Die zulässigen Grenzwerte finden Sie im Katalog zur Komponente.



[18-3] Radial- und Axialbelastungen am Beispiel eines Stirnradgetriebes

18.9

Betriebsbremse, Haltebremse mit Sicherheitsfunktion

**Hinweis!**

Nur relevant für Motoren, die aus voller Drehzahl wiederkehrend über die elektromechanische Motorbremse stillgesetzt werden!

In der Regel sind dies direkt am Netz betriebene Motoren im Start-Stopp-Betrieb oder häufiger betätigte Bremsen bei geregelten Antrieben für Not-Aus!

Die Auslegung der elektromechanischen Bremse auf der Motorwelle erfolgt nach dem erforderlichen Haltemoment der Anwendung als reine "Haltebremse" im Stillstand.

- Die Funktion der Bremse als "Betriebsbremse", also das betriebsmäßige, zyklische Stoppen der drehenden Motorwelle aus voller Drehzahl, wird vom DSD nicht geprüft.
- Die Anforderung an eine Haltebremse mit Sicherheitsfunktion, die zu Not-Aus-Zwecken auch wiederkehrend bei geregelten und ungeregelten Antrieben genutzt wird, wird vom DSD nicht geprüft.
- Für diese Funktionen sind neben der Drehmomentprüfung noch weitere zusätzliche Auslegungsschritte erforderlich, die den Bremsenkatalogen zu entnehmen sind.

18.10

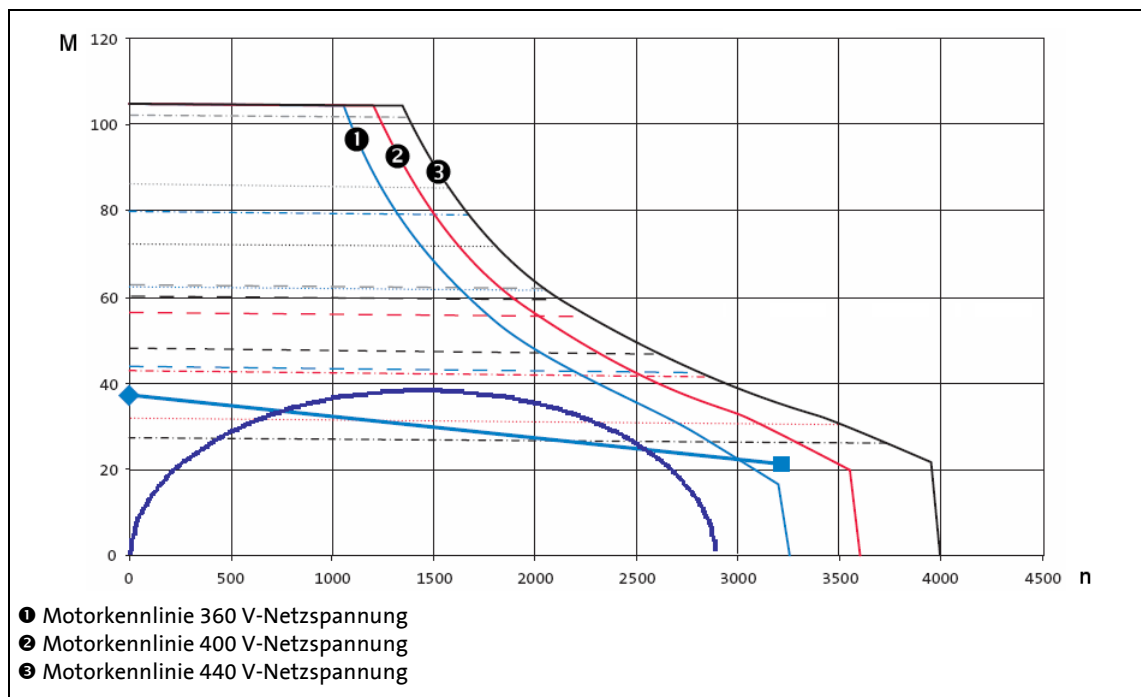
Verschiebung der M-n-Kennlinie

**Hinweis!**

Nur relevant für Umrichter-Motor-Kombinationen, die spannungsmäßig nicht aufeinander abgestimmt sind (Ausgangsspannung Umrichter < Motorspannung).

Ist die max. verfügbare Ausgangsspannung am Umrichter kleiner als die Motorbemessungsspannung, so beginnt die Feldschwächung bereits unterhalb der Motorbemessungsdrehzahl.

- Die Ausgangsspannung am Umrichter hängt von Netzspannung ab.
- In Abhängigkeit von der max. Ausgangsspannung am Umrichter reduziert sich das verfügbare Drehmoment.
- Im Überlastbetrieb ($M > M_N$) ist dieser Effekt besonders ausgeprägt.
- Ursachen hierfür können sein:
 - Netzunterspannung
 - Spannungsabfall an Filtern, Drosseln. Die Komponenten werden in DSD nur berücksichtigt, wenn sie für den Betrieb zwingend vorgeschrieben sind.
 - Spannungsabfall auf langen Motorleitungen
 - Nicht optimale Zuordnung der Betriebsspannungen von Umrichter und Motor ($U_{Mot} > U_{Netz}$), z. B. 460 V-Motor am Umrichter mit 400 V-Netzeinspeisung.



[18-4] Maximal- und Dauerdrehmomente

18.11 Maximal zulässige Motorleitungslänge**Hinweis!**

Nur relevant für Motoren, die über eine lange Motorleitung (> 50 m) am Umrichter angeschlossen sind.

Die Länge und der Typ der verwendeten geschirmten Motorleitung (PE-/PVC-Kabel, Kapazitätsbelag der Leitung) hat Einfluss auf die Höhe der zu erwartenden kapazitiven Erdableitströme. Diese Ableitströme sind zusätzlich von dem Umrichter aufzubringen. Aus diesem Grund gibt es eine maximal zulässige Motorleitungslänge, die in den Betriebsanleitungen der Umrichter zu finden sind.

- Die maximal zulässige Länge ist auch von der Leistung des betreffenden Umrichters abhängig und liegt bei 50 m.
- Mit Filtern in der Motorleitung (nur bei Umrichtern zulässig) kann die maximal mögliche Motorleitungslänge erhöht werden.
- Auch von Seiten des verwendeten Gebersystems kann es Begrenzungen bzgl. der maximal zulässigen Länge geben.

18.12 Auswirkungen von niedrigen Schaltfrequenzen auf den Motor

DSD berücksichtigt den Einfluss der Schaltfrequenzen auf die Umrichter.

- Eine Prüfung in DSD über die Auswirkung von niedrigen Schaltfrequenzen auf den Motor erfolgt unter der Annahme, dass die Schaltfrequenz nur kurzfristig unter 4 kHz absinkt. Die Auswirkungen sind manuell zu prüfen.

Motortyp	Betrieb an Umrichtern mit Schaltfrequenzen $f_{ch} < 8 \text{ kHz}$
MDFQA 100, 112, 132, 160	Auswirkungen • Bei $f_{ch} = 4 \text{ kHz}$ erbringt der Motor dauerhaft nur ca. 95 % seines Bemessungsdrehmoments. • Bei $f_{ch} = 2 \text{ kHz}$ erbringt der Motor dauerhaft nur ca. 85 % seines Bemessungsdrehmoments. • Erhöhte Geräuschemission.
MQA 20, 22, 26	Auswirkungen • Bei $f_{ch} = 4 \text{ kHz}$ erbringt der Motor dauerhaft nur ca. 95 % seines Bemessungsdrehmoments. • Bei $f_{ch} = 2 \text{ kHz}$ erbringt der Motor dauerhaft nur ca. 85 % seines Bemessungsdrehmoments.
MCA 20, 22, 26	

18.13 Motortemperaturüberwachung nach UL 508C

UL 508C stellt besondere Anforderungen an den Temperaturschutz von Motoren. Führen Sie eine der folgenden Maßnahmen durch, um diese Anforderungen zu erfüllen:

- $I^2 \times t$ -Motortemperaturüberwachung. Dabei muss das Drehmoment bei niedrigen Motordrehzahlen reduziert werden (Derating).
- Motortemperaturgeber und Auswertung im Umrichter müssen nach UL 508C approbiert sein.

$I^2 \times t$ -Motortemperaturüberwachung

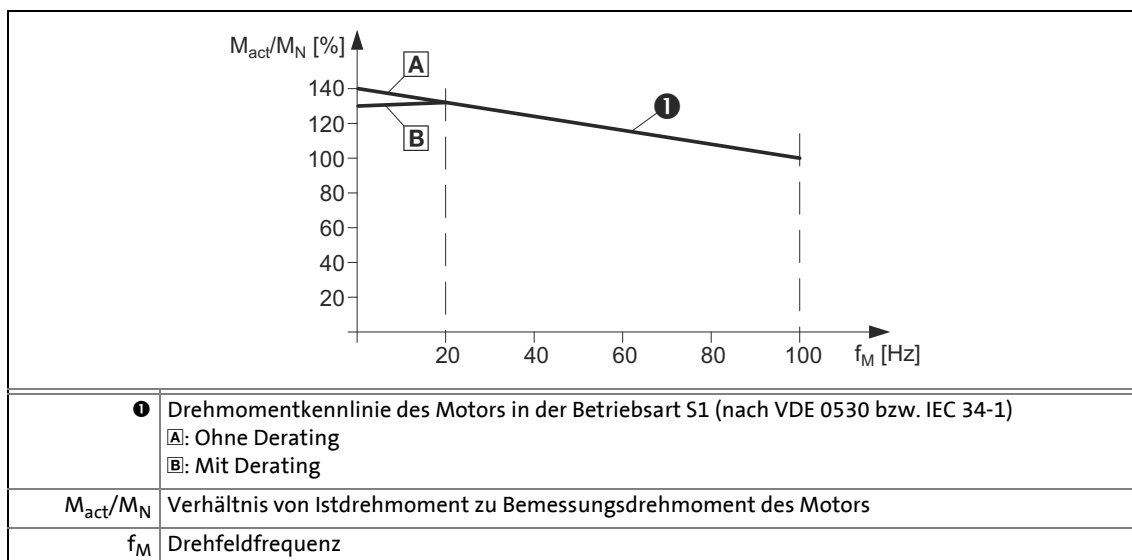
Unabhängig von der Belüftungsart des Motors (fremdbelüftet, eigenbelüftet oder selbstgekühlt) muss folgende Drehmomentbegrenzung eingehalten werden:

Bei $f_M = 0$ Hz (Stillstand): $M/M_N < 100$ %

Bei $f_M = 20$ Hz: $M/M_N = 100$ %

Die Begrenzung bedeutet ein Derating des Motordrehmoments. Abhängig von der Belüftungsart des Motors ist folgendes Derating notwendig:

- Eigenbelüfteter Motor
 - Keine Maßnahmen notwendig. Die vorhandenen Derating-Kurven erfüllen die Anforderungen.
- Fremdbelüfteter Motor
 - Bei $f_M = 0 \dots 20$ Hz: Ist-Drehmoment M_{act} auf 99 % M_N begrenzen.
- Selbstgekühlter Motor
 - Bei $f_M = 0 \dots 20$ Hz: Ist-Drehmoment M_{act} auf 99 % M_N begrenzen.
 - Bei $f_M > 20 \dots f_N$: Ist-Drehmoment M_{act} auf 100 % M_N begrenzen.



[18-5] Drehmomentkennlinie des Motors mit/ohne Derating

18.14 Betrieb von Umrichtern am FI-Schalter**Hinweis!**

Nur relevant für Umrichter, die an einem FI-Schalter angeschlossen werden sollen.

Wird ein Umrichter am FI-Schalter betrieben, so kann aufgrund von kapazitiven Erdableitströmen eine Fehlauslösung entstehen.

- Dies ist besonders beim Einsatz von FI-Schaltern mit 30 mA Fehlerstrom zu beachten.
- Bei FI-Schaltern mit 300 mA Fehlerstrom ist dies weniger kritisch, sollte aber dennoch geprüft werden.
- Nur allstromsensitive FI-Schalter dürfen eingesetzt werden.
- Weitere Informationen hierzu finden Sie in der *Application Knowledge Base*.

18.15 Qualitative Anforderungen an die Anwendung**Hinweis!**

Gilt nur, wenn Genauigkeiten quantifiziert werden müssen!

Die Realisierbarkeit von qualitativen Anforderungen an die Anwendung, wie z. B. Drehzahl-, Drehmoment-, Winkel- und Positioniergenauigkeit, sowie Rundlaufgüte und Drehmoment-Stellbereiche werden derzeit noch nicht vom DSD überprüft.

- Diese Überprüfung ist bei Bedarf manuell vorzunehmen.

18.16 Netzurückwirkungen**Hinweis!**

Relevant für alle Anwendungen!

Beim Betrieb von Umrichtern am Netz treten nieder- und hochfrequente Netzurückwirkungen auf.

- Die niederfrequenten Netzurückwirkungen werden durch Vorschalten von Netzdrosseln begrenzt.
- Die hochfrequenten Netzurückwirkungen (EMV) werden durch Vorschalten von Funkentstörfiltern der Klasse C2 für Industrie oder C1 für Wohnbereiche begrenzt.
- Die Auslegung dieser Vorschaltelemente ist derzeit noch nicht im DSD integriert und ist im »EASY Product Finder« oder manuell mit Hilfe der Dokumentation zum jeweiligen Gerät vorzunehmen.

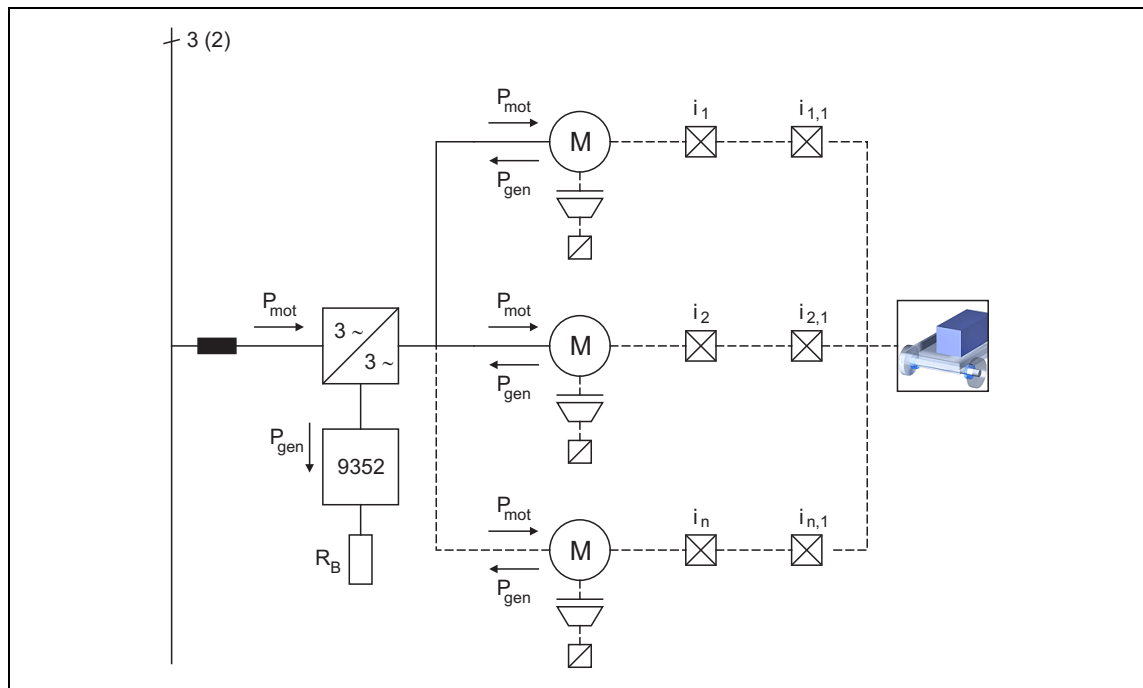
18.17

Mehrere Motoren parallel an einem Umrichter (Gruppenantriebe)

**Hinweis!**

Nur relevant für spezielle Anwendungen, z. B. Hubwerke, Wickler, Raupenabzüge, Pumpen und Förderantriebe.

Eine solche Auslegung unterstützt der DSD derzeit noch nicht.



[18-6] Gruppenantriebe

Abhilfe

Im DSD bei der Eingabe der Daten die Massen, Trägheitsmomente sowie Zug- oder Gegenkräfte durch die Anzahl der an der Anwendung beteiligten Motoren dividieren (gilt für Motor und Getriebeauswahl). Der Umrichter ist in diesem Fall manuell auszuwählen, da er ja die Summe der Motoren bedienen muss.

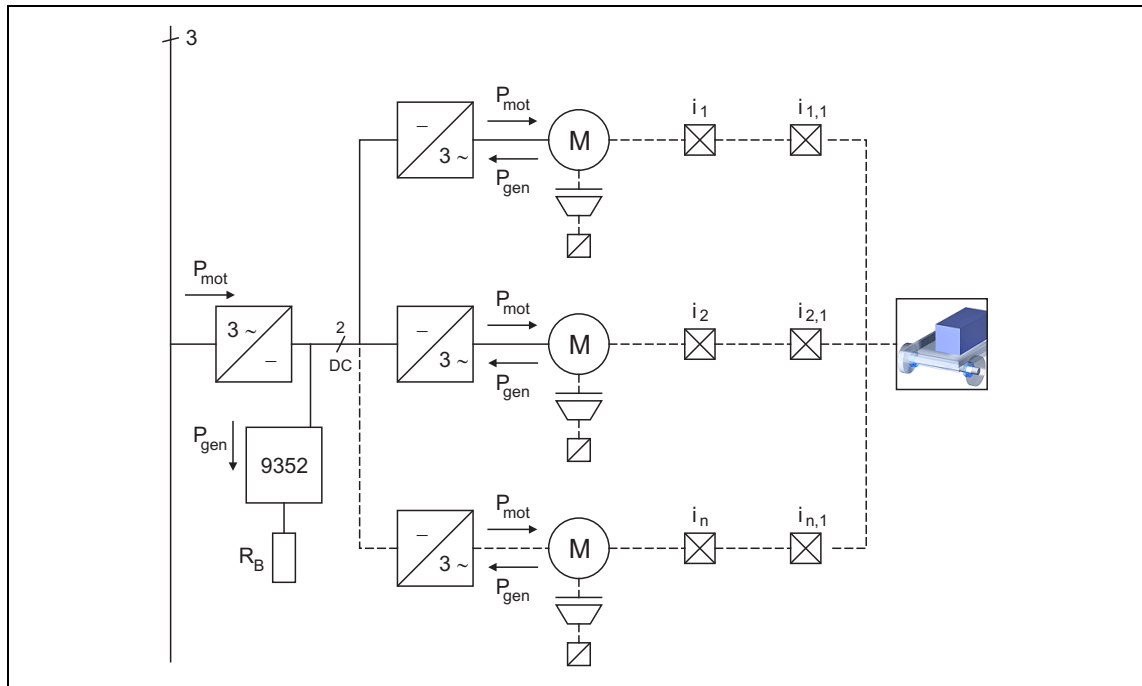
18.18

Mehrere Motoren parallel an mehreren Umrichtern

**Hinweis!**

Nur relevant für spezielle Anwendungen, z. B. Raupenabzüge und Omega-Riemenantriebe.

Der DSD kann diese Anwendungen derzeit nicht auslegen.



[18-7] Mehrere Motoren parallel an mehreren Umrichtern

Abhilfe

Im DSD bei der Eingabe der Daten die Massen, Trägheitsmomente und Zugkräfte durch die Anzahl der an der Anwendung beteiligten Motoren dividieren (nur wenn alle Antriebe identisch sind). Auf diese Weise lässt sich ein Strang komplett rechnen.

18.19

ATEX für Getriebe

**Hinweis!**

Nur relevant bei Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen!

Eine solche Auslegung unterstützt der DSD derzeit nicht.

Abhilfe

ATEX-Getriebe mit dem »EASY Product Finder« konfigurieren.

18.20 Anwendungen mit kleinen Drehfeldfrequenzen

Kleine Ausgangsfrequenzen sind speziell dann zu erwarten, wenn der Motor im Stillstand oder bei sehr kleinen Drehzahlen ($f_d < 1 \text{ Hz}$) belastet wird.

- Bei einem längeren Betrieb in diesem Bereich können Umrichter und Motor thermisch überlastet werden.

18.21 Not-Halt-Szenarien

Für bestimmte Anwendungen werden Angaben darüber benötigt, wie schnell der Antrieb in Notsituationen unter definierten Bedingungen zum Stillstand kommen kann.

- Diese Berechnung ist derzeit im DSD noch nicht integriert.



Tipp!

Not-Halt-Szenarien lassen sich mit dem *Application Tuner* berechnen, indem das Bewegungsprofil mit den Not-Halt-Zeiten verändert wird. Dadurch können Sie prüfen, ob das Antriebssystem die Not-Halt-Szenarien noch beherrschen kann. [Application Tuner](#) (📖 58)

18.22 Schalten in der Motorleitung



Hinweis!

Relevant für alle Umrichter, insbesondere Frequenzumrichter!

Diese Prüfung ist manuell vorzunehmen:

Werden am Ausgang eines Umrichters mehrere Motoren parallel betrieben (Gruppenantriebe) und diese per Schütz unter Strom geschaltet, so sind noch weitere Prüfungen vorzunehmen.

18.23 Filter in der Motorleitung



Hinweis!

Nur relevant für Frequenzumrichter, bei Servoumrichtern ist der Einsatz von Filtern nicht erlaubt!

Gründe für den Einsatz von Filtern in der Motorleitung:

- Eine Erhöhung der maximal zulässigen Leitungslänge.
- Den Einsatz von geschirmten Motorleitungen vermeiden.
- Schutz der Motorwicklung vor zu hohen Spannungsanstiegsgeschwindigkeiten.

Die Filter sind manuell oder mit dem »EASY Product Finder« auszulegen.

18.24

Einsatz von Lagerstromdrosseln

**Hinweis!**

Nur relevant für Umrichter > 15 kW!

- Lenze-Servomotoren der Baureihe MQA sind bereits mit isolierten Lagern und isolierten Gebern ausgestattet. Damit werden Lagerströme ganz vermieden.
- Für die Servomotoren m850, MCS und MCA wurde bisher durch Feldbeobachtung keine Notwendigkeit von isolierten Lagern oder Einsatz von Lagerstromdrosseln festgestellt.
- Bei den Drehstromapplikationsmotoren besteht die Möglichkeit, ab der Baugröße 200 auf Anfrage isolierte Lager und isolierte Geber gegen Aufpreis vorzusehen. Unterhalb der Baugröße 200 wurde bisher durch Feldbeobachtung keine Notwendigkeit von isolierten Lagern oder Einsatz von Lagerstromdrosseln festgestellt.

Diese Prüfung ist noch ergänzend manuell vorzunehmen:

Unter bestimmten Bedingungen kann es erforderlich sein, ab einer bestimmten Motorleistung (ca. > 15 kW) Lagerstromdrosseln zur Vermeidung von vorzeitigen Lagerschäden einzusetzen.

18.25

Verbesserte Motorregelung mit Temperaturerfassung

Wenn Sie die Regelungsart SC (Servoregelung) verwenden, empfiehlt Lenze den Einsatz von Motoren mit linearem Motortemperatursensor (KTY/PT1000).

Bei der Temperaturerfassung über einen linearen Motortemperatursensor (KTY/PT1000) kann die Motorregelung das Signal des Temperatursensors auswerten. Dadurch verbessern sich die Regelungseigenschaften:

- Die Drehmomentperformance ist unabhängig von der Motortemperatur.
- Der Motor liefert jederzeit das optimale Drehmoment.

18.26 Servomotoren ohne Getriebe über Montageflansch kühlen

Bei selbstgekühlten Motoren der Reihe MCS muss ein großer Teil der Wärme über den Montageflansch abgeführt werden. Geschieht dies nicht, wird der Motor bei Betrieb mit Bemessungsdaten unzulässig warm. Bei einem Getriebemotor wird die Wärme zuverlässig über das Gehäuse des Getriebes abgeleitet.

Ein Motor ohne Getriebe muss an eine thermisch leitfähige/isolierende Platte bzw. ein Maschinen-
gestell montiert werden. Der Betrieb mit Bemessungsdaten ist zulässig bei einer Montageplatte, die
mindestens folgende Anforderungen erfüllt:

- Die Platte ist aus Stahl und die Wärme der Stahlplatte wird durch freie Konvektion übertragen.
- Die Stahlplatte hat die Abmessungen
 - 270 × 270 mm für MCS06,
 - 330 × 330 mm für MCS09,
 - 450 × 450 mm für MCS12/14/19.

18.27 Dauerlast bei kleinen Motordrehzahlen für Anwendungen nach UL

Bei Maschinen und Anlagen mit UL-Approbation kann ein spezieller Temperaturschutz für Motoren erforderlich sein.

Ein erweiterter Temperaturschutz nach UL 2111 (Standard for Overheating Protection for Motors) wird durch zwei Maßnahmen erreicht:

- A. Aktivierte I^2t -Überwachung im Umrichter.
- B. Temperaturegeber mit UL-Approbation. Zusätzlich muss die Temperaturschätzung im Umrichter die Anforderungen nach UL erfüllen.

Verwenden Sie die I^2t -Überwachung im Umrichter, muss das kontinuierliche Drehmoment des Motors bei niedrigen Drehzahlen reduziert werden (Derating).

- Selbstgekühlte und fremdbelüftete Motoren:
 - Im Frequenzbereich von 0 ... 20 Hz das Drehmoment auf 99 % des Bemessungsdrehmoments reduzieren.
- Eigenbelüftete Motoren:
 - Bei niedrigen Frequenzen muss das Drehmoment nach der Grenzkennlinie (M-n-Kennlinie) des Motors eingehalten werden.

19 Meldungen zur Antriebsauslegung

Die folgenden Kapitel beschreiben Warnmeldungen, Hinweise und Tipps, die bei der Antriebsauslegung auftreten können.

19.1 Anwendung

19.1.1 Verhältnis der Zugkräfte $F_{in} / F_{out} > \text{Grenzwert}$


Hinweis!

Das Verhältnis der Zugkräfte F_{in} / F_{out} beträgt xxx. Damit wird der Grenzwert von yyy überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Haftreibung an der Grenzfläche der Walze zum Material reicht nicht aus, die Krätedifferenz zu übertragen.	Die Walze rutscht durch.	• Zugkraft am Auslauf F_{out} erhöhen. • Zugkraft am Einlauf F_{in} verringern. • Umschlingungswinkel erhöhen. • Haftreibung verbessern.

19.1.2 Verhältnis der Zugkräfte $F_{out} / F_{in} > \text{Grenzwert}$


Hinweis!

Das Verhältnis der Zugkräfte F_{out} / F_{in} beträgt xxx. Damit wird der Grenzwert von yyy überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Haftreibung an der Grenzfläche der Walze zum Material reicht nicht aus, die Krätedifferenz zu übertragen.	Die Walze rutscht durch.	• Zugkraft am Auslauf F_{out} erhöhen. • Zugkraft am Einlauf F_{in} verringern. • Umschlingungswinkel erhöhen. • Haftreibung verbessern.

19.1.3 Differenz der Zugkräfte $F_{in} - F_{out} > \text{Grenzwert}$


Hinweis!

Die Differenz der Zugkräfte $F_{in} - F_{out}$ beträgt xxx. Damit wird der Grenzwert von yyy überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Haftreibung an der Grenzfläche der Walze zum Material reicht nicht aus, die Krätedifferenz zu übertragen.	Das Material rutscht durch.	• Kraftdifferenz zwischen Einlauf und Auslauf ($F_{in} - F_{out}$) verringern. • Anpresskraft erhöhen. • Haftreibung verbessern.

19.1.4 Drehzahl der Anwendung = 0 (Stillstand)


Stopp!

Die Drehzahl der Anwendung beträgt xxx min^{-1} .
Mit diesem Wert ist eine Auslegung nicht möglich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die eingegebene Geschwindigkeit oder Drehzahl ist 0. Für die Auslegung ist das kein gültiger Betriebszustand.	Führt im Nachhinein zu Warnungen, wenn man einen Motor mit Getriebe wählt, da dann bei der Berechnung der Übersetzung eine Division durch Null stattfindet. Bei der Auswahl "Motor ohne Getriebe" kann prinzipiell weitergerechnet werden, da lediglich das Haltemoment aufzubringen ist.	Geschwindigkeitswert oder Drehzahlwert ungleich 0 eingeben.

19.1.5 Sicherheitsprüfung der Reglersperre nicht bestanden


Warnung!

Die Reglersperre wurde aktiviert, obwohl ein Drehmoment vom Antrieb ansteht.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Bremse wurde nicht aktiviert.	- Bei gesperrtem Regler ist der Antrieb führungslos. - Der Antrieb bewegt sich unkontrolliert.	Reglersperre deaktivieren oder Bremse aktivieren.

19.1.6 Keine Werte für das Drehmoment der Anwendung vorhanden


Stopp!

Die importierten oder eingegebenen Daten enthalten keine Werte für das Drehmoment.
Ohne Werte ist eine Auslegung nicht möglich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Durch die Anwendung wird kein Drehmoment erzeugt. Werden weder Drehmomente bzw. Kräfte vorgegeben oder importiert und keine für Massen bzw. Massenträgheiten, Reibungen oder Beschleunigungen vorgegeben, so ergibt die Berechnung des Drehmoments der Anwendung 0 Nm.	Für die Antriebsauslegung benötigt DSD die entsprechenden Prozessparameter. Eine Auslegung ohne diese Parameter ist nicht möglich.	Eingegebene Werte oder importiertes Bewegungsprofil überprüfen.

19.1.7 Parameter des Bewegungsprofils wird nicht ausgewertet


Hinweis!

Das Bewegungsprofil enthält den Parameter "xxx".

Der Parameter wird für die Anwendung nicht benötigt und deshalb nicht ausgewertet.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das geöffnete Bewegungsprofil enthält einen Parameter, der in der gewählten Anwendung nicht vorkommt.	DSD ignoriert den Parameter bei der Berechnung des Bewegungsprofils.	• Eine Anwendung wählen, in der der Parameter vorkommt. • Das Bewegungsprofil korrigieren.

19.1.8 Auslastung des DC-Schienensystems beträgt xxx %


Hinweis!

Die Auslastung des DC-Schienensystems kann im ungünstigsten Fall xxx % betragen.

Dadurch kann die Summe der Zwischenkreisströme der Achsmodule den zulässigen Grenzwert (120 A) des DC-Schienensystems überschreiten.

Prüfen Sie die Reihenfolge der Achsmodule auf optimale Stromaufteilung im DC-Schienensystem.

Orientieren Sie sich am Leistungsbedarf der einzelnen Achsmodule (siehe DSD-Protokoll).

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Durch eine ungünstige Anordnung (Reihenfolge) der Achsmodule können die DC-Schienen überlastet werden	Übermäßige Wärmeentwicklung beschädigt das DC-Schienensystem.	• Topologie prüfen, so dass auch Teilbereiche im DC-Schienensystem nicht mehr Strom als 120 A führen. • DC-Zwischenkreisverbund teilen und jeweils über ein eigenes Versorgungs- und Rückspeisemodul speisen.

19.1.9 Drehmomentstellbereich >50 bei Wickler-Regelungsverfahren xxx


Hinweis!

Das gewählte Wickler-Regelungsverfahren xxx ist für den Drehmomentstellbereich yyy (Grenzwert: 50) nicht geeignet.

Wählen Sie ein Regelverfahren mit Zugkraftsensor in der Warenbahn oder eine Tänzerregelung.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Drehmomentstellbereich ergibt sich aus den eingegebenen Werten für Zugkraft und Durchmesser.	Minimale Zugkräfte sind nicht erreichbar oder nicht reproduzierbar.	• Empfohlene Maßnahmen durchführen.

19.1.10 Reibungsarmer Tänzer erforderlich bei Zugkraftstellbereich xxx**Hinweis!**

Der Zugkraftstellbereich xxx wird durch den Tänzer bestimmt. Dafür muss der Tänzer reibungsarm sein. Prüfen Sie, ob diese Voraussetzung erfüllt wird.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Zugkraftstellbereich ergibt sich aus den eingegebenen Werten für die Zugkraft.	Minimale Zugkräfte sind nicht erreichbar oder nicht reproduzierbar.	Empfohlene Maßnahmen durchführen.

19.1.11 Wertebereich für den Durchmesser des Wickels nicht plausibel**Stopp!**

Der eingegebene Wertebereich für den Durchmesser des Wickels ist nicht plausibel. Der Minimalwert ist größer als der Maximalwert. Mit den Werten ist eine Auslegung nicht möglich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Minimalwert ist größer als Maximalwert.	Berechnungen sind nicht möglich.	Werte korrekt eingeben.

19.1.12 Wertebereich für die Zugkraft des Wicklers nicht plausibel**Stopp!**

Der eingegebene Wertebereich für die Zugkraft des Wicklers ist nicht plausibel. Der Minimalwert ist größer als der Maximalwert. Mit den Werten ist eine Auslegung nicht möglich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Minimalwert ist größer als Maximalwert.	Berechnungen sind nicht möglich.	Werte korrekt eingeben.

19.1.13 Hohes Losbrechdrehmoment beim Kettenförderer**Hinweis!**

Beim Kettenförderer kann ein hohes Losbrechdrehmoment auftreten, je nach mechanischem Wirkprinzip der Kette bis zu 250 % größer als das stationäre Drehmoment. In der gewählten Betriebsart VFC kann der Antrieb das erforderliche Drehmoment nicht sicher aufbringen. Wählen Sie eine andere Betriebsart, z. B. SLVC. Deaktivieren Sie die Energiesparfunktion.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das max. Anlaufmoment ist bei einem Antrieb mit U/f-Steuerung (VFC plus) geringer als mit sensorloser Vektorregelung (SLVC).	Der Antrieb kann nicht anfahren.	Regelungsart sensorloser Vektorregelung (SLVC) verwenden. SLVC erfordert ein Rückführsystem.

19.1.14 Die Daten des Bewegungsprofils sind inkonsistent

**Warnung!**

Die eingegebenen Daten für das Bewegungsprofil sind inkonsistent.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Elemente des Bewegungsprofils bilden keine geschlossene Kurve.	Mit den eingegebenen Daten kann DSD das Bewegungsprofil nicht berechnen.	Eingaben für das Bewegungsprofil korrigieren.

19.1.15 Die Länge der Kurbel ist größer als die Länge des Pleuels

**Warnung!**

Die Länge l_{Cnk} der Kurbel ist größer als die Länge l_{Crd} des Pleuels. Diese Geometrie kann nicht abgebildet werden.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Kurbellänge l_{Cnk} ist größer als die Pleuellänge l_{Crd} .	Die eingegebenen geometrischen Größen führen zu keiner konsistenten Lösung.	• Eingaben korrigieren.

19.1.16 Die Länge des Pleuels ist kürzer als die doppelte Länge der Kurbel

**Tipp!**

Die Länge l_{Crd} des Pleuels ist kleiner als die doppelte Länge l_{Cnk} der Kurbel. Dieses Längenverhältnis wirkt sich ungünstig auf den resultierenden Drehmomentbedarf des Kurbelabtriebs aus.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Durch die ungünstigen Winkelbeziehungen steigen der Kraftbedarf und damit der Drehmomentbedarf an der Kurbel.	Ein größerer Antrieb ist erforderlich.	Rücksprache mit der Konstruktion, ob das Pleuel verlängert werden kann.

19.1.17 Versatz der Schubachse ist zu groß

**Warnung!**

Der Versatz ε (Betragswert) der Schubachse ist größer als die Länge l_{Crd} des Pleuels abzüglich der Länge l_{Cnk} der Kurbel. Diese Geometrie wird nicht abgebildet.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Versatz ε (Betragswert) der Schubachse ist größer als die Länge des Pleuels abzüglich der Länge der Kurbel. Im DSD wird eine Reserve von 20 % berücksichtigt.	Die eingegebenen geometrischen Größen führen zu keiner konsistenten Lösung.	Die geometrischen Daten anpassen. Folgende Bedingung muss erfüllt sein: $ \varepsilon > (l_{Crd} - l_{Cnk}) \times 0,8$

19.1.18 Anzahl der Stützstellen im Bewegungsprofil ist zu groß



Hinweis!

Der Verlauf des Drehmoments der Anwendung im Bewegungsprofil hat xxx Stützstellen. Mit steigender Stützstellenanzahl steigt auch die von DSD benötigte Rechenzeit in den Navigationsschritten. Ab 500 Stützstellen erhöht sich die Rechenzeit spürbar.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
In den Navigationsschritten zur Auswahl der Antriebskomponenten werden zahlreiche Verläufe von antriebstypischen Größen (z. B. Drehmoment, Strom) über die Zeit sowie Auslastungswerte (z. B. thermische Auslastung) ermittelt. - Die Rechenzeit zur Ausführung der im DSD enthaltenen Berechnungsalgorithmen ist abhängig von der Anzahl der Stützstellen. - Bei einem Kurbeltrieb bzw. Exzenter-scheibe ist aufgrund des nicht linearen Zusammenhangs zwischen Drehzahl und Drehmoment die Anzahl der Stützstellen in der Regel höher als bei einer linearen Anwendung (z. B. Fahr-antrieb) mit gleicher Länge des Bewegungsprofils.	Die von DSD benötigte Rechenzeit bei der Auswahl der Antriebskomponenten nimmt mit steigender Stützstellenanzahl zu. - Bei extrem großer Stützstellenanzahl benötigt DSD mehrere Minuten bis zum nächsten Navigationsschritt. - Die Rechenzeit wird auch von der Wahl der Antriebskomponenten (z. B. Servoumrichter i950, Frequenzumrichter i550) beeinflusst. - Die Dateigröße des DSD-Projekts steigt.	- Import von M-n-Betriebspunkten: - Die Anzahl der Stützstellen im Bewegungsprofil reduzieren. - Kurbeltrieb bzw. Exzenterhub-tisch: - Die Anzahl der Umdrehungen an der Kurbel bzw. Exzenter-scheibe reduzieren. Dabei sind die Drehungen in positiver sowie negativer Richtung zu addieren. Abhängig vom tatsächlichen Bewegungsprofil sind bis zu drei Umdrehungen an der Kurbel bzw. Exzenter-scheibe in der Regel ohne signifikante Einschränkungen möglich. - Lineare Anwendungen (z. B. Fahr-antrieb): - Das Bewegungsprofil verkürzen. Wichtig: Damit sich die thermische Auslastung der Komponenten nicht verändert, muss bei einer Verkürzung des Bewegungsprofils das zeitliche Verhältnis von Bewegung zu Stillstand gleich bleiben.

19.1.19 Generatorische Energie beim Rollenförderer



Tipp!

Der DSD ermittelt den Bedarf eines elektrischen Bremssystems unter Berücksichtigung des vorgegebenen Bewegungsprofils.

Bei einem Rollenförderer kann allein schon aufgrund der Eigenschaften der verwendeten mechanischen Übertragungselemente auch bei konstanter Geschwindigkeit geringfügig generatorische Energie auftreten.

Lenze empfiehlt deshalb, bei einem Rollenförderer mit Lenze Smart Motor grundsätzlich einen Bremswiderstand einzusetzen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Unstetige Abrolleeffekte und schwach gedämpfte Schwingungen der bewegten Palette aufgrund von Elastizitäten und Losen in Kettenantrieben zwischen Getriebe und Transportgut können zu kurzen generatorischen Energieflüssen führen.	Der Lenze Smart Motor schaltet mit einer Fehlermeldung ab.	Bremswiderstand verwenden.

19.2 Antriebssystem

19.2.1 Auslastung > 100 %, bezogen auf das max. Drehmoment


Warnung!

Die Auslastung der Motor-Umrichter-Kombination bezogen auf das geforderte max. Drehmoment der Anwendung beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das durch die Anwendung geforderte max. Drehmoment ist höher als das durch die Motor-Umrichter-Kombination zur Verfügung gestellte Drehmoment.	Der Antrieb kann die Anwendung nicht antreiben: • Das Beschleunigungsvermögen reicht nicht aus. • Die geforderte Drehzahl wird nicht erreicht. • Bei Hubantrieben kann die Last absacken.	Das max. Drehmoment anhand der Motorkennlinie prüfen. ► Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie (343)

19.2.2 Im DC-Verbund wird der Bremskreis des Umrichters nicht geprüft


Hinweis!

In DSD kann nur ein zentraler Bremskreis dimensioniert werden. Bei einem DC-Verbund wird der Bremskreis des Umrichters in DSD nicht berücksichtigt.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Im DC-Verbund prüft DSD nicht die Bremschopper in den einzelnen Antriebsachsen. • In DSD können Sie für das Einspeisekonzept nur einen zentralen Bremschopper auslegen.	Bei falscher Auslegung des Bremskreises der einzelnen Antriebsachse wird der Bremschopper oder Bremswiderstand zerstört. Brandgefahr!	• Bremschopper nur verwenden, wenn die generatorische Energie sicher abgeführt wird. • Bremschopper der einzelnen Antriebsachse manuell prüfen. • Vom DSD berechnete Ergebnisse verwenden.

19.2.3 Im DC-Verbund ist der EMV-Schutz des Geräts unwirksam


Hinweis!

Der EMV-Schutz des Geräts ist im DC-Verbund nicht wirksam. Prüfen Sie, ob für den gesamten DC-Verbund oder die gesamte Maschine EMV-Maßnahmen notwendig sind.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Im DC-Verbundbetrieb ist der im Gerät integrierte EMV-Schutz unwirksam oder nur teilweise wirksam.	EMV-Richtlinien werden ggf. nicht eingehalten.	EMV-Maßnahmen für den gesamten DC-Verbund bzw. die gesamte Maschine durchführen.

19.2.4 Produkt wurde abgekündigt


Hinweis!

Der Vertrieb für das Produkt xxx wird demnächst eingestellt.

Empfehlung: Wählen Sie ein alternatives Produkt oder sprechen Sie Ihren Lenze-Vertriebspartner an.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das Produkt wurde abgekündigt und sollte nicht mehr für Antriebsauslegungen verwendet werden.	Das Produkt ist eventuell nicht mehr erhältlich.	• Aktuelles Produkt wählen. • Lenze-Vertriebspartner ansprechen.

19.2.5 Keine wirksame Einschaltstrombegrenzung vorhanden


Hinweis!

Keine wirksame Einschaltstrombegrenzung vorhanden.

Für die Zwischenkreiskapazität des DC-Verbunds ist ggf. eine externe Ladeschaltung erforderlich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Ohne wirksame Einschaltstrombegrenzung dürfen die Geräte nicht parallel geschaltet werden.	Geräte werden zerstört.	Rücksprache mit dem Lenze-Vertriebspartner erforderlich.

19.2.6 Antriebssystem und Zugkraftsensor prüfen


Hinweis!

Prüfen Sie, ob das Antriebssystem und der Zugkraftsensor für den Drehmomentstellbereich xxx und Zugkraftstellbereich yyy geeignet ist.

Empfehlung: Reibungsarme mechanische Übertragungselemente zwischen Motor und Wickelwelle und einen linearen Motortemperatursensor (KTY/PT1000) zur Kompensation der Motortemperatur verwenden.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Drehmomentstellbereich ergibt sich aus den eingegebenen Werten für Zugkraft und Durchmesser.	Minimale Zugkräfte sind nicht erreichbar oder nicht reproduzierbar.	Empfohlene Maßnahmen durchführen.

19.2.7 Drehmomentstellbereich yyy erfordert Maßnahmen


Hinweis!

Für das gewählte Wickler-Regelungsverfahren xxx und den Drehmomentstellbereich yyy empfehlen wir reibungsarme, mechanische Übertragungselemente zwischen Motor und Wickelwelle und einen linearen Motortemperatursensor (KTY/PT1000) zur Kompensation der Motortemperatur.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Drehmomentstellbereich ergibt sich aus den eingegebenen Werten für Zugkraft und Durchmesser.	Ohne die empfohlenen Maßnahmen können minimale Zugkräfte nicht gefahren werden.	Empfohlene Maßnahmen durchführen.

19.2.8 Drehmomentstellbereich yyy und Zugkraftstellbereich zzz erfordern Maßnahmen


Hinweis!

Für das gewählte Wickler-Regelverfahren xxx, den Drehmomentstellbereich yyy und den Zugkraftstellbereich zzz empfehlen wir reibungsarme mechanische Übertragungselemente zwischen Motor und Wickelwelle und einen linearen Motortemperatursensor (KTY/PT1000) zur Kompensation der Motortemperatur.

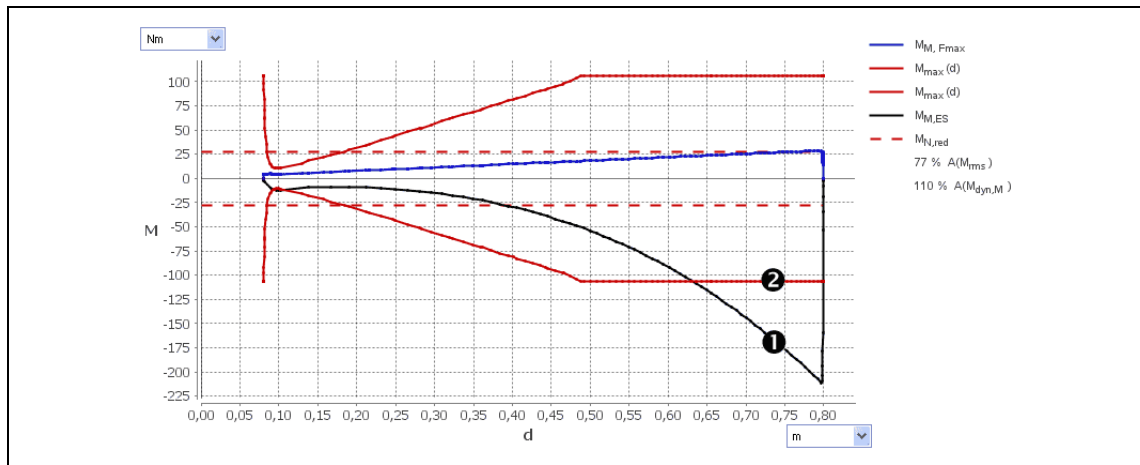
Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Drehmomentstellbereich ergibt sich aus den eingegebenen Werten für Zugkraft und Durchmesser.	Ohne die empfohlenen Maßnahmen können minimale Zugkräfte nicht gefahren werden.	Empfohlene Maßnahmen durchführen.

19.2.9 Max. Drehmoment für Not-Halt überschritten


Warnung!

Das für Not-Halt erforderliche Motordrehmoment überschreitet das Grenzdrehmoment des Antriebssystems.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die vorgegebene Not-Halt-Zeit ist zu klein. Der Drehmomentbedarf für Not-Halt wird berechnet und im durchmesserabhängigen Drehmoment-Diagramm des Motors dargestellt. Die Berechnung basiert auf der Not-Halt-Zeit, einem linearen Bewegungsprofil und einer Zugkraft = 0 N (Materialriss). Die thermische Auslastung der Antriebskomponenten wird nicht geprüft. Bremskreise werden nicht ausgelegt.	Das Antriebssystem kann in der geforderten Not-Halt-Zeit nicht von der max. Geschwindigkeit in den Stillstand bremsen.	• Not-Halt-Zeit vergrößern. • Antrieb mit einem höheren Antriebsdrehmoment auslegen.



[19-1] Diagramm Motor: Wickler Drehmoment (durchmesserbezogen)

Beschreibung	
❶	Benötigtes Drehmoment für Not-Halt
❷	Max. verfügbares Antriebsdrehmoment

19.2.10 Produktoptionen für Komponente nicht verfügbar



Hinweis!

Die Antriebsauslegung enthält Komponenten, für die keine Produktoptionen verfügbar sind. Wenden Sie sich an Ihren Lenze-Vertrieb.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die gewählte Komponente ist kein Standardprodukt.	Das Produkt ist möglicherweise nicht bzw. nicht zu den gewünschten Konditionen bestellbar.	• Lenze-Vertriebspartner kontaktieren. • Andere Komponente wählen.

19.3 Zusätzliches Antriebselement

19.3.1 Bemessungs-Drehmomentverlust wird überschritten


Stopp!

Der abtriebsseitige konstante Drehmomentverlust des zusätzlichen Antriebselements beträgt xxx. Damit wird der Bemessungs-Drehmomentverlust von yyy überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Allgemeine Übersetzung ist durch das "Zulässige Drehmoment" charakterisiert. Durch den Wirkungsgrad in diesem Betriebspunkt ist der max. konstante Verlust von yyy vorgegeben. Nach dieser Definition überschreitet der konstante Drehmomentverlust den Grenzwert. ► Konstanter Drehmomentverlust (382)	Die eingegebenen Werte sind nicht konsistent. Die Berechnung führt zu falschen Ergebnissen.	Eingaben korrigieren.

19.3.2 Min. Übersetzung (K) ist größer max. Übersetzung (K)


Stopp!

Der Übersetzungsbereich des zusätzlichen Antriebselements ist nicht korrekt eingegeben. Der Minimalwert ist größer als der Maximalwert. Mit den Werten ist eine Auslegung nicht möglich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die eingegebene min. Übersetzung ($i_{\min,K}$) des "Zusätzlichen Antriebselements" ist größer als die eingegebene max. Übersetzung ($i_{\max,K}$).	Die Antriebsauslegung kann nicht weiter durchgeführt werden.	Die eingegebenen Werte für $i_{\min,K}$ und $i_{\max,K}$ vertauschen.

19.4

Lenze-Getriebe

**Hinweis!**

Warnungen bei der Getriebeauswahl können ihre Ursache schon in einer ungünstigen Wahl des Motors besitzen. Gegebenenfalls ist dann die Wahl eines anderen Motors sinnvoll.

19.4.1

Auslastung > 100 %, bezogen auf das äquivalente Drehmoment**Hinweis!**

Die Auslastung des Getriebes, bezogen auf das äquivalente Drehmoment, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten. Das Getriebe wird stark beansprucht.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das Getriebe wird im Zeitfestigkeitsbereich betrieben und ist nicht mehr dauerhaft. • Diese Belastung darf nur vereinzelt auftreten.	Die erwartete Lebensdauer wird bei zyklischem Betrieb eventuell nicht mehr erreicht.	• Getriebe mit höherem M_{2GN} wählen. • Größere Baugrößen (Motor, Getriebe) wählen.
▶ Prüfung der Drehmomentbelastung (📖 374)		

19.4.2

Auslastung > yyy %, bezogen auf das max. Drehmoment**Warnung!**

Die Auslastung des Getriebes, bezogen auf das max. Drehmoment, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von yyy % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das Getriebe wird mechanisch überlastet. Es wird außerhalb der statischen Festigkeit betrieben. • Diese Belastung ist nicht zulässig! Grenzwerte • 200 % ($2 \times M_{per,out}$) bei Stirnradgetriebe, Flachgetriebe, Kegelradgetriebe, Kegelstirnradgetriebe, Stirnrad-Schneckengetriebe. • 160 % ($1.6 \times M_{per,out}$) bei Planetengetriebe.	Das Getriebe wird nach kurzer Zeit zerstört!	Größere Getriebe wählen.
▶ Prüfung der Drehmomentbelastung (📖 374)		

19.4.3 Auslastung > 100 %, bezogen auf die max. Drehzahl


Warnung!

Die Auslastung des Getriebes, bezogen auf die max. Drehzahl, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das Getriebe wird thermisch und mechanisch überbeansprucht, d. h. es wird überhitzt und durch zu hohe Drehzahlen beschädigt. • Diese Belastung ist nicht zulässig!	Das Getriebe wird nach kurzer Zeit zerstört!	• Vorgabe der Soll-Antriebsdrehzahl des Getriebes reduzieren. • Motor mit kleinerer Bemessungsdrehzahl wählen. • Kleinere Übersetzung wählen. • Andere Einbaulage wählen.
▶ Prüfung der Drehzahlbelastung (📖 378)		

19.4.4 Auslastung > 100 %, bezogen auf die thermische Drehzahl


Warnung!

Die Auslastung des Getriebes, bezogen auf die thermische Drehzahl, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die mittlere Antriebsdrehzahl des Getriebes ist zu hoch.	• Das Getriebe wird thermisch überlastet. • Durch die im Getriebe entstehenden Verluste wird das Getriebe in kurzer Zeit zerstört!	Anderes Getriebe wählen!
▶ Thermische Auslastung (📖 379)		

19.4.5 Auslastung der Kupplung > 100 %, bezogen auf das Drehmoment


Warnung!

Die Auslastung der Kupplung, bezogen auf das Drehmoment, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das über die Kupplung zu übertragende Drehmoment ist zu hoch.	• Die Kupplung zwischen Motor und Getriebe im Normanbau wird mechanisch überbeansprucht. • Die Kupplung wird nach kurzer Zeit zerstört!	Anderes Getriebe oder Motor im Direktanbau wählen.
▶ Prüfung der Drehmomentbelastung (📖 374)		

19.4.6 Auslastung der Kupplung > 100 %, bezogen auf die Drehzahl


Warnung!

Die Auslastung der Kupplung (Motor-Getriebe), bezogen auf die Drehzahl, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die mittlere Drehzahl des Motors ist zu hoch.	- Die Kupplung zwischen Motor und Getriebe wird überbeansprucht. - Die Kupplung wird nach kurzer Zeit zerstört!	- Anderes Getriebe wählen. - Anwendung optimieren.
▶ Prüfung der Drehmomentbelastung (📖 374)		

19.4.7 Thermische Überlastung bei Verwendung von mineralischem Getriebeöl


Hinweis!

Bei Verwendung von mineralischem Öl wird das Getriebe thermisch überlastet. Viton-Wellendichtringe einsetzen und synthetisches Öl verwenden!

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Mineralisches Öl ist weniger temperaturstabil, weniger leistungsfähig und hat einen kleineren Viskositätsbereich als synthetisches Öl.	Verwendung von mineralischem Getriebeöl: - Das Getriebe wird zu heiß. - Der Öldruck steigt. - Die Wellendichtringe verschleissen. - Die Lebensdauer des Getriebeöls verringert sich deutlich.	- Synthetisches Getriebeöl verwenden. - Bei Verwendung von synthetischem Getriebeöl müssen Viton-Wellendichtringe eingesetzt werden.
▶ Thermische Auslastung (📖 379)		

19.4.8 Auslastung beträgt xxx %, bezogen auf das max. Drehmoment


Hinweis!

Die Auslastung des Getriebes, bezogen auf das max. Drehmoment, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten. Das Getriebe wird kurzzeitig überlastet. Der erhöhte Verschleiß liegt im zulässigen Bereich. Die Auslastung, bezogen auf die Zeitfestigkeit, beträgt xxx %.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das Getriebe ist nicht dauerhaft ausgelegt und wird nach der vereinfachten Zeitfestigkeitsberechnung überlastet.	- Die Lebensdauer des Getriebes verringert sich. - Der erhöhte Verschleiß liegt im zulässigen Bereich.	Anderes Getriebe wählen.

19.4.9 Belastung des Wellendichtrings beträgt xxx %, bezogen auf die Drehzahl


Hinweis!

Die Belastung des Wellendichtrings, bezogen auf die Drehzahl, beträgt xxx %. Das kann zu verkürzten Serviceintervallen führen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Antriebsdrehzahl ist für den motorseitigen Wellendichtring zu hoch.	Die Lebensdauer des motorseitigen Wellendichtrings verringert sich deutlich.	• Anderes Getriebe wählen. • Motor mit geringerer Antriebsdrehzahl wählen.
▶ Thermische Auslastung (📖 379)		

19.4.10 Verschleiß des Getriebes > 100 %


Warnung!

DSD hat für das Getriebe einen Verschleiß von xxx % ermittelt. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten. Rücksprache mit Lenze-Vertriebspartner erforderlich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
DSD hat nach den vorgegebenen Betriebsbedingungen ermittelt, dass das Getriebe keine fünf Jahre sicher standhält.	Die erwartete Lebensdauer wird bei zyklischem Betrieb wahrscheinlich nicht erreicht.	• Eine genaue Prüfung kann nur durch Lenze erfolgen. • Lenze-Vertriebspartner kontaktieren und Prüfung veranlassen.

19.4.11 Synthetisches Öl für Getriebe der Wickelanwendung verwenden


Hinweis!

Synthetisches Öl (Leichtlauföl) für das Getriebe dieser Wickelanwendung verwenden. Dadurch wird die Reibung verringert.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Viskosität und Temperaturstabilität mineralischer Öle sind für reproduzierbare, hohe Drehmomentstellbereiche nicht geeignet.	Reproduzierbare minimale Zugkräfte nicht erreichbar.	Synthetisches Öl verwenden.

19.4.12 Keine Produktoptionen verfügbar**Hinweis!**

Für den gewählten Getriebemotor sind keine Produktoptionen verfügbar.
Produktoptionen manuell konfigurieren.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Für den Getriebemotor sind im DSD keine Produktoptionen hinterlegt.	Produktoptionen können nicht gewählt werden.	Produktoptionen manuell konfigurieren: • »EASY Product Finder« • Produktkatalog • SAP • Lenze-Vertrieb ansprechen

19.4.13 Zu geringe Belastbarkeit des Getriebemotors bei Anwendung mit Sicherheitsgeber**Warnung!**

Es wurde ein Getriebemotor in Kombination mit einem Sicherheitsgeber gewählt.
Der Getriebemotor hat eine zu geringe Belastbarkeit c .
Um die Anforderungen an die Sicherheitstechnik zu erfüllen, ist ein Getriebemotor mit $c > 1$ erforderlich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei Auswahl eines Sicherheitsgebers wird automatisch angenommen, dass die Anwendung mit Sicherheitstechnik kombiniert werden soll. In diesem Fall darf das Getriebe nur mit Faktor $c \geq 1$ belastet werden.	Bei einer Belastung des Getriebes mit $c < 1$ ist der geforderte sichere Betrieb nicht mehr gewährleistet.	Ein Getriebe mit größerer Belastbarkeit wählen, damit $c \geq 1$ eingehalten wird.

19.5 Lenze-Motor

19.5.1 Auslastung > 100 %, bezogen auf das effektive Drehmoment

**Warnung!**

Die Auslastung des Motors bezogen auf das effektive Drehmoment beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das berechnete effektive Drehmoment der Anwendung am Motor ist höher als das zulässige Drehmoment.	Der Motor wird thermisch überlastet.	• Anderen Motor wählen. • Eine höhere Übersetzung wählen, falls der Drehzahlbereich des Motors schlecht ausgenutzt wird.

19.5.2 Max. Motordrehzahl ist größer als zulässige Motordrehzahl

**Warnung!**

Die max. auftretende Motordrehzahl beträgt xxx min⁻¹. Damit wird die max. zulässige Motordrehzahl von yyy min⁻¹ überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die max. auftretende Drehzahl ist größer als die max. zulässige Drehzahl des Motors.	Der Motor wird mechanisch zerstört!	• Übersetzung des Getriebes oder Drehzahl verringern. • Motor mit höherer zulässiger Drehzahl wählen.

19.5.3 Max. Abtriebsdrehmoment ist größer als zulässiges Motordrehmoment

**Warnung!**

Das max. zulässige Abtriebsdrehmoment des Motors wird überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das max. zulässige Abtriebsdrehmoment des Motors darf nicht überschritten werden. Diese Grenze wird mit dem auftretenden max. Drehmoment (Absolutwert) verglichen.	Der Motor wird mechanisch/elektrisch überlastet.	• Größeren Motor wählen. • Belastung ggf. reduzieren. • Ist ein Getriebe vorgesehen, kann das Drehmoment durch eine größere Übersetzung reduziert werden.

19.5.4 Motor wird in der Feldschwächung betrieben


Hinweis!

Der Faktor der Feldschwächung des Motors beträgt xxx.
Damit wird der Grenzwert von yyy überschritten. Der Motor wird in der Feldschwächung betrieben.
Im Feldschwächbetrieb sind für den Umrichter größere Reserven vorzusehen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Im Feldschwächbereich ist die Genauigkeit des DSD-Strommodells eingeschränkt. DSD kann die thermische Auslastung des Umrichters nicht korrekt berechnen.	Der Umrichter wird thermisch überlastet.	Umrichter mit größeren thermischen Reserven auswählen.
► Feldschwächung (📖 491)		

19.5.5 Max. Fehlanpassung ist größer als zulässige Fehlanpassung


Hinweis!

Die max. Fehlanpassung des Motors beträgt xxx.
Damit wird die max. zulässige Fehlanpassung des Motors von yyy überschritten.
(Gilt nur für drehzahlgeregelte Systeme)

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die max. Fehlanpassung überschreitet den definierten Grenzwert.	Der Antrieb neigt zu Schwingungen und ist eventuell regelungstechnisch nicht kontrollierbar (nur für Drehzahlregelung oder lagegeregelte Systeme). Für drehmomentgeregelte oder VFC plus-gesteuerte Systeme ist dieser Wert nachrangig.	• Getriebe mit höherer Übersetzung wählen. • Motor mit höherer Eigenträgheit (Normmotor statt Servomotor) wählen.
► Lastabstimmungsfaktor (📖 354)		

19.5.6 Instabiles Regelverhalten des Wickelantriebs bei drehzahlgeführtem Betrieb


Hinweis!

Der ermittelte Lastabstimmungsfaktor k_j von xxx ist unkritisch für diesen, drehmomentgeführten Wickelantrieb.
Wird jedoch in bestimmten Betriebsphasen (z. B. Einrichtbetrieb, Not-Halt) auf eine drehzahlgeführte Betriebsart umgeschaltet, gelten andere Grenzwerte für den k_j -Faktor.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Anders als beim drehmomentgeführten Wickelantrieb hat beim drehzahlgeführten Wickelantrieb der k_j -Faktor einen großen Einfluss.	Instabiles Verhalten im drehzahlgeregelten Betrieb.	Grenzwert für die Fehlanpassung k_j für einen drehzahlgeführten Wickelantrieb nicht überschreiten.
► Lastabstimmungsfaktor (📖 354)		

19.5.7 Erforderliche max. Motordrehzahl zu gering


Tipp!

Die erforderliche max. Motordrehzahl ist zu gering. Sie beträgt $xxx \text{ min}^{-1}$.

Für eine optimale Antriebsauslegung liegt der empfohlene Grenzwert bei $yyy \text{ min}^{-1}$.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Umrichter werden in Ihrer Baugröße durch den Motorstrom bestimmt. Wird der Motor nur im unteren Drehzahlbereich in Bezug auf seine Bemessungsdrehzahl betrieben, so wird die vom Umrichter zur Verfügung gestellte Spannung nicht ausgenutzt. Ein anderer Motor, der näher an seiner Bemessungsdrehzahl betrieben würde, würde den Umrichter besser ausnutzen.	Antriebssystem kann eventuell nicht kostenoptimal sein.	Getriebe mit höherer Übersetzung verwenden, damit bei gleicher Leistung der Motor bezogen auf die Drehzahl und der Umrichter bezogen auf die Spannung besser ausgenutzt werden.

19.5.8 Max. zulässige Motorstrom von yyy wird überschritten


Hinweis!

Der max. Ausgangsstrom des Umrichters beträgt $xxx \text{ A}$. Damit wird der max. zulässige Motorstrom von $yyy \text{ A}$ überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der max. Ausgangsstrom des Umrichters ist größer als der zulässige max. Motorstrom. • Der Umrichter ist im Vergleich zum Motor überdimensioniert.	- Die Motorwicklung kann durch den zu hohen Ausgangsstrom zerstört werden. - Synchronmotoren können entmagnetisiert werden.	Den Ausgangsstrom des Umrichters auf für den Motor zulässige Werte begrenzen.

19.5.9 Überlastung des Motors > xxx %


Hinweis!

Die Überlastung des Motors ist größer als $xxx \%$. Die thermische Auslastung des Motors und die berechneten Ströme für Umrichter und weitere Komponenten sind nicht mehr korrekt. Bis zu einer Überlast von $yyy \%$ kann DSD Berechnungen mit ausreichender Genauigkeit durchführen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei hohen Überlasten steigt der drehmomentbildende Stromanteil durch Sättigungserscheinungen im Motor stärker an, als das Drehmoment.	Die berechneten Ströme für den Umrichter und weitere Komponenten sind nicht mehr korrekt.	Entsprechende Reserven bei der Auswahl des Umrichters berücksichtigen.

19.5.10 Max. zulässige Umgebungstemperatur des Fremdlüfters wird überschritten


Warnung!

Die Umgebungstemperatur des Motors oder Getriebemotors beträgt XXX °C, dabei wird die max. zulässige Umgebungstemperatur des Fremdlüfters von 40 °C überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die zulässige Umgebungstemperatur des Fremdlüfters wird überschritten.	Der Fremdlüfter wird überhitzt und kann ausfallen. Dadurch kann der Motor ebenfalls überhitzen und ausfallen.	Motor ohne Fremdlüfter wählen.

19.5.11 Dauerbetriebskennlinie für den Betrieb am Umrichter nicht vorhanden


Hinweis!

Für den Motor liegt keine Dauerbetriebskennlinie für den Betrieb am Umrichter vor. In der Ersatzkennlinie ist ein eingeschränkter Betrieb des Motors aufgrund seiner Belüftung nicht berücksichtigt.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Für diesen eigenbelüfteten Motor liegen keine Daten vor.	Der Motor wird beim Betrieb mit Drehfeldfrequenzen < 20 Hz eventuell zu warm.	- Bei langem Betrieb mit niedrigen Drehzahlen oder bei großer thermischer Ausnutzung, Motor mit Fremdbelüftung wählen. - Leistungsstärkeren Motor wählen.

19.5.12 Motortemperatur zu hoch bei Schaltfrequenz < 8 kHz


Hinweis!

Der ausgewählte Motor darf nicht dauerhaft mit einer Schaltfrequenz < 8 kHz betrieben werden. Stellen Sie die Schaltfrequenz am Umrichter fest ein, damit sie nicht automatisch reduziert wird.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei niedrigen Schaltfrequenzen steigen die Verluste im Motor.	Motor wird zu warm.	- Größeren Motor wählen. - Schaltfrequenz auf min. 8 kHz fest einstellen, falls der Antrieb dauerhaft mit zu niedriger Schaltfrequenz arbeitet.
► Auswirkungen von niedrigen Schaltfrequenzen auf den Motor (498)		

19.5.13 Grenzwert von xxx % des Bemessungsdrehmoments wird überschritten**Warnung!**

Die Auslastung des Motors beträgt xxx % des Bemessungsdrehmoments.

Bei Betrieb des Motors am Umrichter mit U/f-Steuerung wird der Grenzwert yyy % überschritten.

Der Betrieb ist nicht zulässig!

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei U/f -Kennliniensteuerung ohne Rückführung und kleinen Drehzahlenbereich wird der Motor nicht bedarfsgerecht magnetisiert. Der Motor kann das Bemessungsdrehmoment nicht mehr erreichen.	Der Hubantrieb kann die Last nicht halten.	• Bei einer Motorbemessungsleistung < 7.5 kW einen größeren Motor wählen. • Regelungsart mit Rückführung wählen.

19.5.14 Einhaltung der ErP-Richtlinie 2009/125/EG

**Hinweis!**

Nach der ErP-Richtlinie darf der ausgewählte Motor im europäischen Wirtschaftsraum nur mit Bremse oder Umrichter in Verkehr gebracht werden.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Nach der ErP-Richtlinie 2009/125/EG gelten bis zum 30.06.2021 folgende Anforderungen für das Inverkehrbringen von Maschinen mit Elektromotoren: • Bei Betrieb des Motors ohne Bremse und ohne Frequenzumrichter muss im Leistungsbereich von 0.75 ... 375 kW ein Motor mindestens der Wirkungsgradklasse IE3 verwendet werden. • Bei Betrieb des Motors ohne Bremse und mit Frequenzumrichter muss im Leistungsbereich von 0.75 ... 375 kW ein Motor mindestens der Wirkungsgradklasse IE2 verwendet werden. Nach der Implementierungsvorschrift 2019/1781 der ErP-Richtlinie gelten ab dem 01.07.2021 folgende Anforderungen für das Inverkehrbringen von Maschinen mit Elektromotoren: • Im Leistungsbereich von 0.12 ... <0.75 kW muss ein Motor mindestens der Wirkungsgradklasse IE2 verwendet werden. • Im Leistungsbereich von 0.75 ... 1000 kW muss ein Motor mindestens der Wirkungsgradklasse IE3 verwendet werden. Beachten Sie besondere Bestimmungen für die Länder außerhalb des europäischen Wirtschaftsraums.	Im europäischen Wirtschaftsraum darf die Maschine mit dem ausgewählten Motor nicht in Verkehr gebracht werden.	Motor auswählen, der die benötigte Wirkungsgradklasse erfüllt, z. B.: • IE2-Motor der Baureihe m550-H • IE3-Motor der Baureihe m550-P • Für Frequenzumrichter optimierter Motor der Baureihe MFxMA • Lenze Smart Motor • Servomotor
Hinweise zu Energieverordnungen finden Sie unter https://www.Lenze.com/de-de/oekodesign-richtlinie/ Notes on energy directives can be found on https://www.lenze.com/en-de/ecodesign-directive/		

19.5.15 Keine Prüfung der thermischen Motorauslastung nach UL-Anforderung


Hinweis!

Der DSD prüft nicht die UL-konforme thermische Motorauslastung im unteren Drehzahlbereich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Zur Erfüllung der UL-Konformität ist für den Motor ein ausreichender thermischer Überlastschutz erforderlich. Die Anforderungen nach UL werden vom DSD nicht geprüft. Zur Erfüllung der Anforderungen ist eine Aktivierung der I ² t-Motor-Überwachung im Umrichter notwendig. Diese wird im DSD nicht geprüft.	Der thermische Überlastschutz des Motors ist möglicherweise nicht UL-konform.	• Motorschutz durch eine im Umrichter integrierte Motorüberwachung parametrieren (z. B. I²t-Überwachung) • Motorschutz durch externe Komponenten sicherstellen. • Derating der thermischen Dauerbetriebskennlinie des Motors von 0 ... 40 Hz. • Die Kennlinie kann von der im DSD dargestellten Kennlinie abweichen. • Weitere Informationen enthält das Gerätehandbuch des Umrichters.

19.5.16 Motor überdimensioniert bei zugkraftgesteuertem Wickelantrieb


Tipp!

Die Auslastung des Motors, bezogen auf das stationäre Drehmoment, beträgt xxx.

Für zugkraftgesteuerte Wickelantriebe mit einem Drehmomentstellbereich von yyy ist der Motor deutlich überdimensioniert. Anderen Motor wählen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
In dem Drehmomentstellbereich kann ein deutlich überdimensionierter Motor nur eingeschränkt arbeiten.	Untere Zugkräfte sind nicht erreichbar oder nicht reproduzierbar.	Motor bedarfsgerecht auslegen.

19.5.17 Drehzahl geregelter Wickelantrieb kann sich instabil verhalten


Hinweis!

Bei einem Lastabstimmungsfaktor von xxx können sich drehzahl geregelte Antriebe in Kombination mit Lastwechseln und spielbehafteten, schwach gedämpften mechanischen Übertragungselementen zwischen Motor und Wickelwelle regelungstechnisch instabil verhalten.

Lassen Sie die Anwendung vom technischen Support prüfen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Lastabstimmungsfaktor k_f ergibt sich aus Masse und Durchmesser des vollen Wickelballens, Getriebeübersetzung und Trägheitsmoment des Motors.	Instabiles Regelverhalten.	• Lastabstimmungsfaktor k_f durch größeres Motorträgheitsmoment oder größere Getriebeübersetzung reduzieren. • Motorregelung optimieren.

19.5.18 Feldschwächfaktor $k_f >$ als das Wickelverhältnis q **Warnung!**

Der Feldschwächfaktor k_f beträgt xxx.

Das Wickelverhältnis q beträgt yyy.

Für einen optimal angepassten Antrieb muss $k_f < q$ sein.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der eingegebene Feldschwächfaktor k_f ist größer als das Wickelverhältnis q .	Die Antriebslösung ist hinsichtlich der Ausnutzung des Drehmoment-Drehzahlbedarfs nicht optimal.	In der M-n-Kennlinie des Motors den Drehmoment-Drehzahlbedarf prüfen oder $k_f < q$ einstellen.

19.5.19 "Bremse im Stillstand" aktivieren

**Stopp!**

Sie haben eine mechanische Bremse gewählt.

Beim Lenze Smart Motor wird die Bremse im Stillstand automatisch aktiviert.

Damit der DSD diese Funktion richtig berücksichtigen kann, müssen Sie im Auslegungsschritt "Bewegung" die "Bremse im Stillstand" aktivieren.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Beim Lenze Smart Motor fällt eine Bremse im Stillstand automatisch ein.	Die Ansteuerung der Bremse ist nicht wählbar.	Die Auswahl im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> korrigieren.

19.5.20 "Reglersperre im Stillstand" aktivieren

**Stopp!**

Im Stillstand wird der Lenze Smart Motor automatisch stromlos geschaltet.

Damit der DSD diese Funktion richtig berücksichtigen kann, müssen Sie im Auslegungsschritt "Bewegung" die "Reglersperre im Stillstand" aktivieren.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Beim Lenze Smart Motor wird die Reglersperre im Stillstand automatisch aktiviert.	Die Aktivierung der Reglersperre ist nicht konfigurierbar.	Die Auswahl im Auslegungsschritt <i>Bewegung</i> korrigieren.

19.5.21 Motordrehzahl unterschreitet Grenzdrehzahl von 500 min⁻¹**Stopp!**

Die stationäre Motordrehzahl von xxx unterschreitet die Grenzdrehzahl von 500 min⁻¹.
Wählen Sie eine andere Getriebeübersetzung.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Ungünstige Anpassung der Motordrehzahl an die Drehzahl der Anwendung.	Die gewünschte Drehzahl wird mit der gewählten Getriebeübersetzung nicht erreicht.	• Andere Getriebeübersetzung wählen. • Motordrehzahl anpassen: • Zusätzliche Übersetzungsstufe wählen. • Geschwindigkeit oder Drehzahl der Anwendung erhöhen.

19.5.22 Motordrehzahl überschreitet Grenzdrehzahl von 2600 min⁻¹**Stopp!**

Die stationäre Motordrehzahl von xxx überschreitet die Grenzdrehzahl von 2600 min⁻¹.
Wählen Sie eine andere Getriebeübersetzung.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Ungünstige Anpassung der Motordrehzahl an die Drehzahl der Anwendung.	Die gewünschte Drehzahl wird mit der gewählten Getriebeübersetzung nicht erreicht.	• Andere Getriebeübersetzung wählen. • Motordrehzahl anpassen: • Zusätzliche Übersetzungsstufe wählen. • Geschwindigkeit oder Drehzahl der Anwendung verringern.

19.5.23 Thermische Auslastung des Servo-Synchronmotors wird überschritten**Warnung!**

Unter ungünstigen Umständen wird der Motor im Stillstand thermisch überlastet.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Je nach Position des Rotors im Stillstand kann der Strom einer Phase die Motorwicklung überlasten.	Der Motor wird thermisch beschädigt.	Antrieb mit elektromechanischer Bremse auslegen und im Stillstand die Bremse aktivieren.

19.5.24 Verzögerungszeit überschreitet zulässige Zeit von 20 s**Stopp!**

Die im Lenze Smart Motor zu parametrierende Verzögerungszeit von xxx s überschreitet die zulässige Zeit von 20 s.

Ändern Sie die Verzögerungszeit oder die Getriebeübersetzung.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Beim Lenze Smart Motor entspricht die Verzögerungszeit der Ablaufzeit des Rampengenerators von $n_{\max}$ bis $n = 0$. DSD berechnet die Verzögerungszeit aus der vorgegebenen Bewegung.	Die vom DSD berechnete Verzögerungszeit kann nicht im Lenze Smart Motor eingegeben werden.	• Andere Getriebeübersetzung wählen. • Verzögerungszeit verringern.

19.5.25 Beschleunigungszeit überschreitet zulässige Zeit von 20 s**Warnung!**

Die im Lenze Smart Motor zu parametrierende Beschleunigungszeit von xxx s überschreitet die zulässige Zeit von 20 s.

Ändern Sie die Beschleunigungszeit oder Getriebeübersetzung.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Beim Lenze Smart Motor entspricht die Beschleunigungszeit der Hochlaufzeit des Rampengenerators von $n = 0$ bis $n_{\max}$. DSD berechnet die Beschleunigungszeit aus der vorgegebenen Bewegung.	Die vom DSD berechnete Beschleunigungszeit kann nicht im Lenze Smart Motor eingegeben werden.	• Andere Getriebeübersetzung wählen. • Beschleunigungszeit verringern.

19.5.26 Max. Motordrehmoment wird überschritten**Warnung!**

Das verfügbare maximale Drehmoment des Lenze Smart Motors wird überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das maximale Drehmoment wird durch das Getriebe oder den Motor begrenzt.	Das Antriebssystem kann die vorgegebene Bewegung nicht ausführen.	• Daten der Anwendung anpassen. • Anderes Getriebe wählen.

19.5.27 Verlängerter Bremsweg im generatorischen Betrieb unterhalb von 500 1/min**Hinweis!**

Beim Verzögern im generatorischen Betrieb unterhalb von 500 1/min kann sich der Bremsweg geringfügig verlängern (verlängerte Bremsrampe).

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das generatorische Drehmoment bei kleinen Drehzahlen ist reduziert.	Die vorgegebene Bremsrampe wird nicht eingehalten, der Bremsweg verlängert sich. Die Abweichung liegt in der Regel deutlich unterhalb der Bremswegtoleranz einer elektromechanischen Bremse.	Wenn die Auswirkungen auf die Anwendung relevant sind: - Größeren Motor wählen. - Anderes Antriebskonzept wählen.

19.5.28 Zulässige Umgebungstemperatur überschreitet 40 °C**Warnung!**

Der Betrieb des Lenze Smart Motors ist nicht möglich. Die max. zulässige Umgebungstemperatur von 40 °C wird überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die maximale Umgebungstemperatur für den Lenze Smart Motor beträgt 40 °C.	Der Lenze Smart Motor wird überhitzt und schaltet ab.	Anderes Antriebskonzept wählen.

19.5.29 Unvollständige Prüfung des Not-Halt**Hinweis!**

Die Prüfung des Not-Halt ist nicht vollständig.
Die thermische Auslastung der Antriebskomponenten wird nicht geprüft.
Bremskreise werden nicht ausgelegt.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der DSD berechnet das erforderliche Motordrehmoment für den Not-Halt aus der eingegebenen Not-Halt-Zeit, unter Annahme eines linearen Bewegungsprofils und einer Zugkraft von 0 N (Materialriss). Das berechnete Drehmoment wird in der M-n-Kennlinie des Motors dargestellt. Weitere, wichtige Bedingungen zur Prüfung des Not-Halt-Szenarios kann der DSD nicht berücksichtigen.	Ein Not-Halt kann ungünstiger verlaufen als vom DSD berechnet wurde.	Auslegung für den ungünstigsten Not-Halt-Fall manuell durchführen.

19.5.30 Deaktivierung spezifischer Prüfungen für den Lenze Smart Motor


Hinweis!

Der Lenze Smart Motor ist für diese Anwendung möglicherweise nicht geeignet.

Der DSD deaktiviert einige anwendungs- und gerätespezifische Prüfungen für den Lenze Smart Motor.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Im Lenze Smart Motor sind bis zu fünf Festdrehzahlen, jeweils mit einer fest definierten Rampenzeit und die Maximal- und Minimaldrehzahlen fest vorgegeben. Der DSD kann einige Prüfungen nicht durchführen (z. B. Eignung Lenze Smart Motor für die Anwendung, Prüfung von Grenzwerten wie Drehzahlen und Beschleunigungszeiten), weil für die Anwendung "M-n-Betriebspunkte importieren" individuelle Drehmoment-Drehzahl-Verläufe importiert werden.	Die Antriebslösung wird mit dem Lenze Smart Motor möglicherweise nicht funktionieren.	• Prüfen, ob der Lenze Smart Motor für die Anwendung geeignet ist. • Sicherstellen, dass die Betriebsbedingungen für den Lenze Smart Motor eingehalten werden.
▶ Anwendungen mit dem Lenze Smart Motor (📖 72)		

19.5.31 Zusätzliche Prüfung beim Servo-Synchronmotor im Feldschwäcbereich erforderlich


Warnung!

Beim Betrieb des Servo-Synchronmotors im Feldschwäcbereich und bei Umgebungstemperaturen >40 °C ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Beim Servo-Synchronmotor können oberhalb der Bemessungsdrehzahl die Eisenverluste dominieren. In diesem Fall kann der DSD das Derting oberhalb der Bemessungs-Umgebungstemperatur (40 °C) nicht hinreichend genau berechnen.	Dies ist besonders relevant, wenn der Motor dauerhaft oberhalb der Bemessungsdrehzahl betrieben wird.	• Dauerhaften Feldschwäcbetrieb bei einer Umgebungstemperatur >40 °C vermeiden. • Lenze-Vertrieb ansprechen.

19.5.32 Umgebungstemperatur zu hoch


Warnung!

Die Umgebungstemperatur des Motors beträgt xxx °C. Damit wird die max. zulässige Umgebungstemperatur des Motors von yyy °C überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Umgebungstemperatur ist zu hoch.	Der Motor überhitzt und fällt aus.	• Anderen Motor wählen. • Anderes Kühlkonzept prüfen.

19.5.33 Max. zulässige Aufstellhöhe überschritten**Warnung!**

Die Aufstellhöhe des Motors beträgt xxx m. Damit wird die max. zulässige Aufstellhöhe des Motors von yyy m überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Aufgrund des geringeren Luftdrucks ist die Kühlwirkung der Luft reduziert.	Der Motor überhitzt und fällt aus.	Rücksprache mit Lenze erforderlich.

19.5.34 Prüfung des Stillstands unter Last mit realen Stillstandszeiten**Tipp!**

Für eine korrekte Prüfung des Stillstands unter Last müssen die realen Stillstandszeiten angegeben werden.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Da der Synchronmotor im Stillstand belastet wird, kann je nach Rotorstellung eine Phase die Motorwicklung überlastet werden.	Der Motor wird thermisch beschädigt.	Die in der Auslegung angegebenen Stillstandszeiten unter Last in der Praxis nicht überschreiten.

19.6 Bremse

19.6.1 Kennmoment/Auslegungsmoment < Sicherheitsfaktor Bremse


Warnung!

Das Kennmoment/Auslegungsmoment der Bremse beträgt xxx. Damit wird das benötigte Bremsmoment nicht erreicht, das mit dem erforderlichen Sicherheitsfaktor von yyy ermittelt wurde.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der benötigte Sicherheitsfaktor wird nicht erreicht.	Die Bremse rutscht durch, die Last wird nicht gehalten.	Größere oder verstärkte Bremse verwenden oder anderen Motor mit größerer Bremse verwenden.

19.6.2 Haltebremse: Funktion und Not-Stopp


Hinweis!

Funktion als Haltebremse

Die Auslegung der elektromechanischen Bremse als Haltebremse wird in DSD nur für den Stillstand durchgeführt.

Die Auslegung als Betriebsbremse bzw. Haltebremse mit Not-Stopp-Eigenschaften unter Berücksichtigung des drehzahlabhängigen abnehmenden Bremsmoments und der max. zulässigen Reibarbeit müssen Sie manuell durchführen.

Haltebremse mit Not-Stopp-Funktion

Vor Inbetriebnahme ist sicher zu stellen, dass die am Motor installierte Bremse korrekt eingeschliffen ist. Nur eine eingeschliffene und korrekt dimensionierte Bremse erbringt das für die Anwendung notwendige Bremsmoment. Nichteingeschliffene Motorbremsen stellen wegen der geringeren Bremswirkung, besonders für Hubwerksanwendungen oder Anwendungen mit hoher kinetischer Energie (z. B. Wickler; Fährantriebe) eine Gefahrenquelle dar.

In Abhängigkeit der Applikation ist das Einschleifen zyklisch zu wiederholen.

Die Verwendung als Sicherheitselement ist ohne zusätzliche Maßnahmen insbesondere bei Hubachsen nicht zulässig.

Die eingesetzten Bremsen sind keine Sicherheitsbremsen in dem Sinne, als dass nicht durch unbeeinflussbare Störfaktoren, z. B. Öleintritt, eine Drehmomentreduzierung auftreten kann! Die Reibflächen sind in jedem Fall öl- und fettfrei zu halten, da schon geringe Mengen das Bremsmoment stark reduzieren.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Für die gewählte Anwendung wird die elektromechanische Bremse als Betriebsbremse oder Haltebremse mit Not-Stopp-Funktion benötigt.	Die geforderte Funktion wird nicht erfüllt. Im Notfall wird der Antrieb nicht sicher gebremst.	Die Auslegung als Betriebsbremse muss manuell erfolgen. Bei einer Haltebremse mit Not-Stopp-Funktion nur eine eingeschliffene Bremse verwenden.

19.6.3 Keine Bremse vorhanden


Warnung!

Für den Antrieb wurde keine Motorbremse gewählt!

Aus Sicherheitsgründen ist eine geeignete Bremsenrichtung erforderlich (elektromechanische Motorbremse oder anderes Bremssystem).

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Für die Anwendung ist eine mechanische Bremse erforderlich.	Im Notfall kann der Antrieb nicht sicher gebremst werden.	Motor mit Bremse wählen.

19.6.4 Permanentmagnet-Haltemotor ist nicht geeignet für Hubantriebe


Warnung!

Aus Sicherheitsgründen ist die gewählte Permanentmagnet-Haltemotor für Hubantriebe nicht geeignet (reduziertes Bremsdrehmoment bei höheren Drehzahlen).

Wählen Sie einen Motor mit Federkraftbremse oder stellen Sie sicher, dass eine zusätzliche Bremsenrichtung die notwendige Sicherheit gewährleistet.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das Bremsdrehmoment reduziert sich signifikant bei höheren Motordrehzahlen.	Bremsdrehmoment ist im Notfall zu gering (Netzausfall, Fehlfunktion, Ausfall Umrichter). Sicheres Bremsen in den Stillstand ist nicht möglich.	• Motor mit Federkraftbremse wählen. • Redundante Bremsenrichtung vorsehen. ► Auswahl mechanische Bremse (363)

19.6.5 Import eines Bewegungsprofils - keine Prüfung der mechanischen Bremse


Hinweis!

Beim Import eines Drehmoment-Drehzahl-Bewegungsprofils ist eine Prüfung der mechanischen Bremse als Haltemotor nicht möglich.

Führen Sie diese Prüfung manuell durch.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Antriebsauslegung basiert auf importierten Daten. DSD kann mit diesen Daten die Bremse nicht anwendungsspezifisch prüfen.	Das erforderliche Haltemoment ist zu gering. Der Antrieb wird nicht sicher gebremst.	Bremse entsprechend den Anforderungen manuell prüfen (Bremsentyp, Bremsmoment, Sicherheitsaspekte). ► Auswahl mechanische Bremse (363)

19.6.6 Bremse im Bewegungsprofil nicht aktiviert - keine Prüfung der mechanischen Bremse


Hinweis!

Die Prüfung der mechanischen Bremse als Haltebremse ist nicht möglich.

Im Bewegungsprofil muss das Einfallen der Bremse aktiviert sein, damit DSD die Prüfung durchführt.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
DSD kann die mechanische Bremse als Haltebremse nur prüfen, wenn im Bewegungsprofil das Einfallen der Bremse korrekt eingestellt ist.	Die Prüfung der mechanischen Bremse als Haltebremse ist nicht möglich.	Bewegungsprofil korrigieren: Im Parameterprofil für jedes Einfallen der Bremse den Basiswert "Bremse aktiviert" setzen. ► Register "Linie": Parameterprofil (363 270)

19.6.7 Haltebremse ist nicht geeignet für die nicht lineare Anwendung


Hinweis

Bitte prüfen Sie, falls erforderlich, ob die gewählte Haltebremse geeignet ist, die Last in allen möglichen Stellungen der nicht-linearen Anwendung sicher zu halten.

Für diese nicht-lineare Anwendung ist die gewählte Haltebremse möglicherweise nicht geeignet, die Last in allen Positionen sicher zu halten.

Eine manuelle Prüfung ist erforderlich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
DSD prüft das benötigte Drehmoment an der Bremse in den vorgegebenen Stillstandspositionen im Bewegungsprofil. Weicht die tatsächliche Position der nicht linearen Anwendung ab von der vorgegebenen Stillstandsposition, kann ein größeres Haltemoment erforderlich sein. Diese Situation kann durch einen außerplanmäßigen Stopp des Kurbeltriebs bzw. Exzenterhubtischs (z. B. bei einer Störung) auftreten.	- Die nicht lineare Anwendung kann eine Gleichgewichtsposition einnehmen. - Bei einer Stillstandsposition im oberen Totpunkt führt eine geringe Abweichung von der Position bereits zu einem signifikanten Anstieg des Drehmomentbedarfs.	- Prüfen, ob die Auswirkungen für die Anwendung relevant sind. - Eine geeignete Bremseinrichtung verwenden.

19.6.8 Haltebremse nicht geeignet für aktive Lasten


Warnung!

Die gewählte Haltebremse hat keine Not-Stopp-Eigenschaften. Sie ist nicht geeignet für Anwendungen mit aktiven Lasten (z. B. Hubantriebe, Wickler).

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die gewählte Haltebremse am Motor m550-P oder m550-H kann die bei einem Not-Stopp auftretende Bremsenergie nicht aufnehmen.	Im Notfall (Netzausfall, Fehlfunktion, Ausfall Umrichter) wird der Antrieb nicht sicher in den Stillstand gebremst.	- Wählen Sie eine Haltebremse mit Not-Stopp-Eigenschaften (Auswahl Applikationsbremse m550-P und m550-H). - Redundante Bremseinrichtung vorsehen. ► Auswahl mechanische Bremse (363 363)

19.7 Rückführung

19.7.1 Kombination Umrichter/Rückführung nicht möglich


Hinweis!

Der Betrieb des Rückführsystems am gewählten Umrichter ist nicht möglich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das ausgewählte Rückführsystem lässt sich nicht an den Umrichter anschließen.	Bei Servo-Umrichtern ist ein Betrieb ohne Rückführung nicht möglich.	Anderes Rückführsystem verwenden. • Soll die Rückführung nicht vom Umrichter ausgewertet werden (z. B. Rückführung für Folgeantrieb), kann dieser Konflikt ignoriert werden (nicht bei Servoumrichtern). • Ausgangssignal des Rückführsystems in ein geeignetes Signal umsetzen.

19.7.2 Keine Rückführung gewählt


Hinweis!

Der Umrichter benötigt für das ausgewählte Regelverfahren eine Drehzahlrückführung.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Es wurde ein Motor ohne Rückführung gewählt, obwohl der Umrichter für die Motorregelung ein Rückführsystem benötigt.	Der Betrieb des Umrichters ist eventuell nicht möglich.	Im Auslegungsschritt "Aufbau der Antriebsachse/Mechanisch" die Option "Rückführung" auswählen.

19.7.3 Rückführsystem wird nicht geprüft


Hinweis!

Eine Überprüfung der Umrichter-Geber-Auswertung ist nicht möglich. Prüfen Sie manuell, ob der Umrichter das Rückführsystem des Motors auswerten kann.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei Anwendermotoren liegen keine detaillierten Informationen über das Rückführsystem vor.	Eine Überprüfung der Umrichter-Geber-Auswertung in DSD ist nicht möglich.	Umrichter-Geber-Auswertung manuell prüfen.

19.7.4 Rückführsystem für sicherheitsgerichtete Anwendungen wird nicht geprüft


Hinweis!

Das gewählte Rückführsystem ist für sicherheitsgerichtete Anwendungen geeignet.

DSD prüft nicht, ob der Umrichter diese Funktionalität unterstützt.

Stellen Sie sicher, dass ein Umrichter mit integrierten Sicherheitsfunktionen (z. B. "Sicher begrenzte Geschwindigkeit") verwendet wird. Servoumrichter 9400 unterstützen die Sicherheitsfunktionen, z. B. mit dem Sicherheitsmodul SM301.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
DSD prüft nicht, ob der Umrichter Sicherheitsfunktionen unterstützt.	Die gewünschten Sicherheitsfunktionen sind nicht gewährleistet.	Wählen Sie bei Servoumrichter 9400 HighLine in den Produktoptionen das Sicherheitsmodul SM301.

19.7.5 Instabiles Regelverhalten beim drehzahlgeführten Wickelantrieb


Hinweis!

Das gewählte Rückführsystem hat eine zu geringe Auflösung.

Für eine gutes Regelverhalten wird ein Rückführsystem mit einer Auflösung ab 512 Impulse pro Umdrehung empfohlen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei einem drehzahlgeführten Wickelsystem wird ein Rückführsystem mit sehr geringer Auflösung (z. B. Strichzahl 128, 256) eingesetzt.	Die sehr geringe Auflösung führt zu Instabilitäten in der Drehzahlregelung.	• Geber mit einer höheren Auflösung wählen (mindestens 512 Impulse pro Umdrehung). • Resolver oder Sinus-Cosinus-Geber wählen.

19.7.6 Auswertung der Rückführung in Einkabeltechnologie nicht möglich


Warnung!

Es wurde eine Rückführung in Einkabeltechnologie ausgewählt.

Die Einkabeltechnologie wird derzeit nur vom Servoumrichter i950 im Leistungsbereich bis einschließlich 15 kW unterstützt.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das ausgewählte Rückführsystem kann nicht an den Umrichter angeschlossen werden.	Bei Servoumrichtern mit der Regelungsart "Servoregelung" ist ein Betrieb ohne Rückführung nicht möglich.	Anderes Rückführsystem wählen.

19.7.7 Rückführung ist in Einkabeltechnologie ausgeführt


Tipp!

Die gewählte Rückführung ist in Einkabeltechnologie ausgeführt.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Digitale Absolutwertgeber in Einkabeltechnologie sind für Servomotoren der Reihen m850 und MCS in Kombination mit Servoumrichter i950 verfügbar.	Motorleitung und Geberleitung sind in einem Hybridkabel zusammengefasst.	–

19.8 Umrichter

19.8.1 Umgebungstemperatur zu hoch

**Warnung!**

Die Umgebungstemperatur des Umrichters beträgt xxx °C. Damit wird die max. zulässige Umgebungstemperatur des Umrichters von yyy °C überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Umgebungstemperatur ist zu hoch.	Der Umrichter schaltet wegen zu hoher Kühlkörpertemperatur ab.	• Anderen Umrichter wählen. • Klimatisierten Schaltschrank wählen. • Anderes Kühlkonzept prüfen.

19.8.2 Max. zulässige Aufstellhöhe überschritten

**Warnung!**

Die Aufstellhöhe des Umrichters beträgt xxx m. Damit wird die max. zulässige Aufstellhöhe des Umrichters von yyy m überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Aufgrund des geringeren Luftdrucks ist die Kühlwirkung der Luft reduziert.	Der Umrichter wird nicht ausreichend gekühlt und schaltet wegen zu hoher Kühlkörpertemperatur ab.	Rücksprache mit Lenze erforderlich.

19.8.3 Max. Ausgangsstrom überschritten

**Warnung!**

Die Auslastung des Umrichters bezogen auf den max. Strom beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der max. Ausgangsstrom des Umrichters ist zu gering.	• Antrieb läuft nicht an. • Hubwerk sackt durch. • Antrieb kann dem Bewegungsprofil nicht folgen.	• Größeren oder höher überlastbaren Umrichter wählen. • Spannungsbereich des Umrichters besser ausnutzen: • Wird der Motor nicht mit Bemessungsdrehzahl betrieben, so lässt sich durch Anpassung der Getriebeübersetzung der Spannungsbereich eventuell besser ausnutzen und dadurch der erforderliche Strom senken.

19.8.4 Max. thermische Auslastung >100 %


Warnung!

Die max. thermische Auslastung des Umrichters beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Umrichter wird mit zu hohem Dauerstrom betrieben.	Der Umrichter schaltet über die Geräteüberwachung (Ixt) ab.	• Größeren Umrichter wählen. • Spannungsbereich des Umrichters besser ausnutzen: • Wird der Motor nicht mit Bemessungsdrehzahl betrieben, so lässt sich durch Anpassung der Getriebeübersetzung der Spannungsbereich eventuell besser ausnutzen und dadurch der erforderliche Strom senken.

19.8.5 Regelungsart für Hubantrieb nicht geeignet


Warnung!

Die gewählte Regelungsart xxx ist nicht geeignet, um das Hubwerk sicher zu betreiben.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Mit der gewählten Regelungsart kann der Antrieb das benötigte Drehmoment im gesamten Regelbereich nicht dauerhaft sicher zur Verfügung stellen.	Das Hubwerk kann abstürzen.	Andere Regelungsart wählen.

19.8.6 Umrichter als Doppelachse ausgeführt


Hinweis!

Bei dem Motorausgang des Umrichters handelt es sich um eine Doppelachse. Die Auslegung in diesem DSD-Projekt bezieht sich nur auf einen Ausgang dieser Doppelachse. Der zweite Ausgang kann in einem zweiten DSD Projekt ausgelegt werden.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
DSD prüft bei Doppelachsen jede Teilachse einzeln. Es wird nicht überprüft ob beide Teile der Doppelachse auch im DC-Verbund verwendet werden	Es werden nicht alle Teilachsen der Doppelachse genutzt oder die Doppelachse wird zu oft verwendet.	Manuell prüfen

19.8.7 Stromauflösung nicht an den Motor angepasst


Hinweis!

Die Stromauflösung des Umrichters ist nicht an den Motor angepasst. Der Motorbemessungsstrom beträgt v_{vv} A. Damit ist der max. Ausgangsstrom des Umrichters von w_{ww} A sehr viel größer als der Motorbemessungsstrom.

Der Faktor des Verhältnisses Motorbemessungsstrom zu max. Ausgangsstrom Umrichter beträgt x_{xx} .
Der Faktor y_{yy} ist noch sinnvoll.
Der Faktor z_{zz} darf nicht überschritten werden.


Hinweis!

Die Stromerfassung für die Motordatenidentifizierung bei der Vektorregelung ist nicht an den Motor angepasst. Der Motorbemessungsstrom beträgt v_{vv} A. Damit ist der max. Ausgangsstrom des Umrichters von w_{ww} A sehr viel größer als der Motorbemessungsstrom.

Der Faktor des Verhältnisses Motorbemessungsstrom zu max. Ausgangsstrom Umrichter beträgt x_{xx} .
Der Faktor y_{yy} ist noch sinnvoll.
Der Faktor z_{zz} darf nicht überschritten werden.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Durch den hohen Bemessungsstrom des Umrichters im Vergleich zum Motorbemessungsstrom ist die Stromerfassung im Umrichter bezogen auf die Motorströme ungünstig.	Ungünstige Regeleigenschaften und schlechteres Rundlaufverhalten.	• Kleineren Umrichter wählen. • Umrichter mit besser angepasstem Überlastverhalten wählen.
► Auslegungskriterien (387)		

19.8.8 Auslastung des Umrichters >100 %


Warnung!

Die max. Auslastung des Umrichters bezogen auf den Impulsstrom beträgt x_{xx} %.
Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Umrichter wird durch einen zu hohen und langen Stromimpuls überlastet (z. B. durch einen Beschleunigungsvorgang).	Das Gerät schaltet mit einer Fehlermeldung wegen Geräteauslastung ab.	• Leistungsstärkeren Umrichter auswählen. • Bewegungs- oder Lastprofil ändern, um die Höhe oder Dauer des Stromimpulses zu reduzieren.

19.8.9 Auslastung des Umrichters nach Netzeinschalten zu groß


Hinweis!

Die I_{xt}-Auslastung unmittelbar nach dem Netzeinschalten und bei max. Umgebungstemperatur beträgt max. xxx %. Der Antrieb kann mit dem Bewegungsprofil nicht anfahren.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Umrichter wird nach dem Netzeinschalten durch einen zu hohen und langen Stromimpuls überlastet. (z. B. durch einen Beschleunigungsvorgang). Aus Sicherheitsgründen wird kurz vor dem Netzeinschalten eine Vorbelastung des Umrichters angenommen.	Das Gerät schaltet mit einer Fehlermeldung wegen Überlastung ab.	• Belastung mit einer kurzen Verzögerung zuschalten. • Leistungsstärkeren Umrichter auswählen. • Bewegungs- oder Lastprofil ändern, um die Höhe oder Dauer des Stromimpulses zu reduzieren.

19.8.10 Regelungsart VFC plus ohne Rückführung nicht zulässig


Warnung!

Beim Hubantrieb ist die Kombination Servo Drive 9400 größer 55 kW mit der Regelungsart VFC plus ohne Rückführung nicht zulässig.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Regelungsart ist für Hubantriebe nicht geeignet.	Der Antrieb darf in dieser Regelungsart nicht betrieben werden.	Regelungsart mit Rückführung wählen.

19.8.11 Regelungsart SLVC ist bei Umrichtern >55 kW nicht zulässig


Warnung!

Die Regelungsart SLVC ist bei Umrichtern größer 55 kW nicht zulässig.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Regelungsart SLVC darf bei Umrichtern in diesem Leistungsbereich nicht angewendet werden.	Der Antrieb darf in dieser Regelungsart nicht betrieben werden. Die Regelung ist nicht stabil!	Regelungsverfahren mit Rückführung wählen.

19.8.12 Zu geringe Bremsmomente bei kleinen Drehzahlen


Hinweis!

In der Betriebsart SLVC entwickelt das Antriebssystem bei kleinen Drehzahlen nur geringe Bremsmomente. Verwenden Sie alternative Bremsverfahren wie Gleichstrombremsen oder mechanisches Bremsen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
In der Regelungsart SLVC entwickelt das Antriebssystem bei kleinen Drehzahlen nur geringe Bremsmomente.	Bei kleinen Drehzahlen im generatorischen Betrieb kann die Regelung den Motor nicht führen.	• Regelungsart mit Rückführung wählen. • In dieser Regelungsart den Antrieb nicht dauerhaft mit kleinen Drehzahlen betreiben. • Bei Hubantrieben das Regelungsverfahren nicht anwenden.

19.8.13 Motorgrenzleistung wird überschritten


Warnung!

Die Motorbemessungsleistung beträgt xxx kW. In der Betriebsart "U/f-Steuerung" wird damit die max. Motorgrenzleistung von yyy kW überschritten. Mit dem gewählten Antriebssystem lässt sich ein Hubwerk nicht sicher betreiben.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Motorbemessungsleistung ist für einen Hubantrieb mit U/f-Kennliniensteuerung zu hoch.	Der Motor wird bei kleinen Drehzahlen nicht mehr bedarfsgerecht magnetisiert. Überhitzungen und Drehmomentverlust sind die Folge. In dieser Regelungsart ist ein sicherer Betrieb nicht möglich.	Regelungsart mit Rückführung wählen.

19.8.14 Die Dauerstromfähigkeit des Umrichters wird unterschritten


Warnung!

Das Verhältnis Bemessungsstrom Umrichter zu Motorbemessungsstrom beträgt xxx.

Bei U/f-Steuerung wird damit das geforderte Verhältnis von yyy unterschritten.

Beim Hubantrieb mit U/f-Steuerung sind im generatorischen Betrieb und bei kleinen Drehzahlen Einbrüche beim max. Drehmoment möglich.

Umrichter um eine Leistungsklasse größer als den Motor wählen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
In dieser Betriebsart kann der Umrichter den erforderlichen Strom nicht zur Verfügung stellen.	Der Hubantrieb kann die Last nicht halten.	Umrichter um eine Leistungsklasse höher als den Motor wählen.

19.8.15 Regelungsart VFC plus eco für quasistationäre Antriebe


Hinweis!

Die U/f-Steuerung VFC plus eco ist nur für quasistationäre Antriebe mit langsamen Laständerungen verwendbar.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei der Regelungsart VFC plus eco wird der Maschinenfluss im Teillastbetrieb abgesenkt. Aufgrund physikalischer Zeitkonstanten der Maschine lässt sich der Maschinenfluss nicht schlagartig wieder anheben.	Wenn die Maschine kurzfristig stark belastet wird, tritt im günstigsten Fall nur ein größerer Schleppfehler auf. Im ungünstigsten Fall wird die Maschine nicht mehr sicher gebremst oder sie bleibt stehen.	• Andere Regelungsart verwenden. • Vor Laststößen Maschine rechtzeitig wieder aufmagnetisieren.

19.8.16 VVC-Regelung aktivieren


Warnung!

Hubwerk kann durchsacken!

Bei der Inbetriebnahme die VVC-Regelung im Umrichter aktivieren, wenn die Regelungsart VFC plus ohne Rückführung verwendet wird.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei der Auslegung von Umrichter (Servoumrichter 9400 HighLine, Servoumrichter i700) und Motor setzt DSD voraus, dass die VVC-Regelung (Voltage-Vector-Control) im Umrichter aktiviert ist. • Ohne VVC-Regelung müssen bei der Regelungsart Hubwerksantrieb Motor und Umrichter erheblich überdimensioniert werden.	Ohne aktivierte VVC-Regelung kann das Hubwerk durchsacken.	Bei der Inbetriebnahme die VVC-Regelung im Umrichter aktivieren.

19.8.17 Regelungsarten SLVC und VFC plus nicht bei Synchronmotoren


Warnung!

Die Regelungsarten SLVC und VFC plus sind nicht möglich beim Synchronmotor. Andere Regelungsart wählen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Regelungsarten Vectorregelung (SLVC) und U/f-Steuerung (VFC plus) sind für diese Betriebsart nicht vorgesehen.	Eine Motorregelung ist nicht möglich.	Andere Regelungsart wählen.

19.8.18 Keine Produktoptionen verfügbar**Hinweis!**

Für den gewählten Umrichter sind keine Produktoptionen verfügbar.
Produktoptionen manuell konfigurieren.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Keine Produktoptionen im DSD verfügbar.	Produktoptionen können nicht gewählt werden.	Produktoptionen manuell konfigurieren: • »EASY Product Finder« • Produktkatalog • SAP

19.8.19 Netzdrossel erforderlich**Hinweis!**

Für den Umrichter ist eine Netzdrossel erforderlich.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Für die gewählte Betriebsweise muss der Umrichter über eine Netzdrossel betrieben werden.	Gleichrichter im Umrichter wird überlastet.	Netzdrossel verwenden.

19.8.20 Besondere Maßnahmen bei Betrieb mit erhöhter Bemessungsleistung**Hinweis!**

Für den Umrichter wurde ein Betrieb mit erhöhter Bemessungsleistung (120 % = "Light Duty") gewählt. Es sind besondere Maßnahmen erforderlich. Angaben im Gerätehandbuch beachten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Mit der Lastcharakteristik "Light Duty" (erhöhte Bemessungsleistung 120 %) ist ein höherer Ausgangsstrom mit Einschränkungen möglich. Dies erlaubt den für die Anwendung erforderlichen Motor mit einem leistungskleineren Umrichter zu betreiben.	Ein höherer Ausgangsstrom ist mit Einschränkungen bezüglich Überlastfähigkeit, Umgebungstemperatur, Schaltfrequenz, Installationsart und Zubehör (Sicherungen, Leitungsquerschnitte, Netzdrossel, Filter) möglich.	• Erforderliche Maßnahmen nach Gerätehandbuch durchführen. • Lastcharakteristik "Heavy Duty" (Bemessungsleistung 100 %) wählen, wenn die einschränkenden Maßnahmen nicht realisierbar sind.

Heavy Duty und Light Duty im Vergleich

	Heavy Duty	Light Duty
Charakteristik	Hohe dynamische Anforderungen	Geringe dynamische Anforderungen
Typische Anwendungen	Hauptwerkzeugantriebe, Fahr- antriebe, Hubantriebe, Wickler, Umformantriebe und Förderantriebe	Pumpen, Lüfter, allgemeine horizontale Fördertechnik und Linienantriebe
Überlastfähigkeit	• 3 s/200 %, 60 s/150 % • Siehe Technische Daten Inverter im Gerätehandbuch	• Eingeschränkt • Siehe Technische Daten Inverter im Gerätehandbuch

19.8.21 Motorregelung xxx für Wickler-Regelungsverfahren yyy nicht geeignet**Warnung!**

Die Motorregelung xxx ist für das Wickler-Regelungsverfahren yyy nicht geeignet.
Andere Motorregelung (z. B. SC: Servoregelung) wählen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Mit der gewählten Motorregelung erreicht die Winkelanwendung nur eine geringe Performance.	• Instabiles Regelverhalten. • Drehmomenteinbrüche.	Servoregelung wählen.

19.8.22 Motorregelung xxx für Wickler-Regelungsverfahren yyy bedingt geeignet**Hinweis!**

Die gewählte Motorregelung xxx ist für das Wickler-Regelungsverfahren yyy nur bedingt geeignet.
Anwendung vom technischen Support prüfen lassen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Mit der gewählten Motorregelung erreicht die Winkelanwendung nur eine geringe Performance.	• Instabiles Regelverhalten. • Drehmomenteinbrüche.	Servoregelung wählen.

19.8.23 Keine elektrischen Bremskomponenten verfügbar**Hinweis!**

Für dieses Gerät sind keine elektrischen Bremskomponenten verfügbar.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das gewählte Gerät hat keinen integrierten Bremstransistor.	Bremskreis kann nicht geprüft werden.	–

19.8.24 I_xt-Auslastung des Bremstransistors ist >100 %**Warnung!**

Die I_xt-Auslastung des Bremstransistors beträgt xxx.
Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der integrierte Bremstransistor im Umrichter wird überlastet.	Die Überwachung löst aus, der Antrieb kann austrudeln.	Anderen Umrichter wählen.

19.8.25 Thermische Auslastung des Umrichters ist >80 %**Warnung!**

Die thermische Auslastung des Umrichters beträgt xxx.

Eine manuelle thermische Prüfung des Umrichters ist notwendig

bei längeren oder zyklischen Betriebsphasen mit Drehfeldfrequenzen < 5 Hz und einem Ausgangsstrom > Bemessungsstrom.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die tatsächliche thermische Auslastung (I _{xt}) wird im Umrichter ermittelt, in Abhängigkeit der Drehfeldfrequenz. Das DSD-Modell arbeitet mit einem vereinfachten Algorithmus.	Bei Drehfeldfrequenzen < 5 Hz und Ausgangsstrom > Bemessungsstrom kann die tatsächliche Auslastung etwas höher liegen, als die von DSD ermittelte Auslastung.	• Ausreichende I_{xt}-Reserven vorsehen durch Wahl eines leistungstärkeren Umrichters. • Detaillierte Prüfung der thermischen Auslastung. • Lenze-Support ansprechen. • Thermische Auslastung im Versuch ermitteln.

19.8.26 Umrichter-Bemessungsstrom ist <xxx % des Motor-Bemessungsstroms**Hinweis!**

Der Umrichterbemessungsstrom ist kleiner als xxx % des Motorbemessungsstroms. Der Motor-Magnetisierungsstrom benötigt einen Großteil des Umrichter-Bemessungsstroms.

Im Teillastbereich des Motors ist eine solche Auslegung möglich, wenn genaue Werte der mechanischen Grundlast der Anwendung sowie des Wirkungsgrads und der Reibung der Übertragungselemente berücksichtigt werden.

Andernfalls wird der Umrichter thermisch überlastet.

Wählen Sie im Zweifel einen Umrichter mit angepasstem Bemessungsstrom.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Asynchronmotor: • Der Umrichterbemessungsstrom ist kleiner als 0,85-fache des Motorbemessungsstroms. Synchronmotor: • Der Umrichterbemessungsstrom ist kleiner als 0,6-fache des Motorbemessungsstroms.	Bei ungünstiger Einstellung der Motorregelung ist der Umrichter überlastet. Ein fehlerfreier Betrieb ist nicht gewährleistet.	• Umrichter mit höherem Ausgangsbemessungsstrom wählen. • Schaltfrequenz senken.

19.8.27 Temperatursensor wird vom Umrichter nicht ausgewertet**Hinweis!**

Bei dem gewählten Wickler-Regelungsverfahren wird unter den gegebenen Bedingungen ein Temperatursensor am Motor empfohlen.

Dieser kann vom gewählten Umrichter nicht ausgewertet werden.

Damit kann der gewünschte Drehmomentstellbereich gegebenenfalls nicht erreicht werden.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der gewählte Umrichter verfügt über kein Temperatursensor-Interface.	Der gewünschte Drehmomentstellbereich wird gegebenenfalls nicht erreicht.	Anderen Umrichter wählen.

19.8.28 Regelungseigenschaften bei Servoregelung nicht optimal**Hinweis!**

Das gewählte Antriebssystem wird in der Regelungsart SC (Servoregelung) betrieben. Für ein optimales Drehmoment und Drehmomentverhalten wird die Verwendung eines linearen Motortemperatursensors (KTY/PT1000) empfohlen. Der Motortemperatursensor ist bei der Inbetriebnahme im Umrichter zu aktivieren.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Durch Temperaturänderung der Motorwicklung während des Betriebs, kann das an der Motorwelle abgegebene Drehmoment sich stark verändern.	Kein optimales Drehmoment und Drehmomentverhalten.	Motor mit linearem Temperatursensor verwenden und durch den Umrichter auswerten lassen.

19.8.29 Schaltfrequenzabsenkung in Abhängigkeit der Ixt-Auslastung**Hinweis!**

Bei der gewählten Schaltfrequenzeinstellung setzt der Umrichter die Schaltfrequenz in Abhängigkeit der Ixt-Auslastung über mehrere Zyklen herab.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Beim Frequenzumrichter i500 wird die aktuelle Schaltfrequenz von der aktuellen Ixt-Auslastung beeinflusst. DSD berücksichtigt diesen Effekt nicht.	Die gewünschte Schaltfrequenz wird möglicherweise nicht erreicht.	Feste Schaltfrequenz einstellen.

19.8.30 Die Kombination des Servoumrichters i950 mit Produkten außerhalb der i-Serie ist nicht freigegeben**Warnung!**

Im Sinne der Kombinierbarkeit ist der Servoumrichter i950 mit Invertern innerhalb der i-series optimiert. Bei Kombination mit anderen Produkten kann keine generelle Freigabe gegeben werden.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Keine Kompatibilitätsanforderungen mit Produkten außerhalb der i-Serie.	Bei zwingendem Bedarf einer Kombinatorik außerhalb der i-Serie ist diese spezifisch zu betrachten und freizugeben.	Keine Kombination des Servoumrichters i950 mit Invertern außerhalb der i-Serie.

19.8.31 Hubwerk kann bei bestimmten Schaltfrequenzen durchsacken


Hinweis!

Bei Betrieb des Hubwerkantriebs in der Regelungsart SC (Servoregelung) kann bei bestimmten Schaltfrequenzen und bei kleinen Drehfeldfrequenzen aufgrund des reduzierten Maximalstroms das Hubwerk durchsacken.

Wählen sie eine geeignete Schaltfrequenzeinstellung.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Maximalstrom des Umrichters ist bei Drehfeldfrequenzen <5 Hz reduziert. Dadurch verringert sich das verfügbare Drehmoment bei kleinen Drehzahlen.	Das Hubwerk kann durchsacken.	• Lenze-Einstellung der Schaltfrequenz wählen. • Lenze-Vertriebspartner ansprechen.

19.8.32 Kontrollverlust über Hubwerkantrieb bei bestimmten Schaltfrequenzen


Warnung!

Bei Betrieb des Hubwerkantriebs in der Regelungsart VFC plus mit oder ohne Rückführung kann bei bestimmten Schaltfrequenzen und bei kleinen Drehfeldfrequenzen aufgrund des reduzierten Maximalstroms der Umrichter die Kontrolle über den Hubwerkantrieb verlieren.

Wählen sie eine geeignete Schaltfrequenzeinstellung.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Maximalstrom des Umrichters ist bei Drehfeldfrequenzen <5 Hz reduziert. Dadurch verringert sich das verfügbare Drehmoment bei kleinen Drehzahlen.	Der Umrichter kann die Kontrolle über den Hubwerkantrieb verlieren.	• Lenze-Einstellung der Schaltfrequenz wählen. • Lenze-Vertriebspartner ansprechen.

19.8.33 Bei Einzelmontage keine feste Zuordnung zwischen Motor- und Umrichterleistung


Hinweis!

Bei der Einzelmontage ist die feste Zuordnung zwischen Motorleistung und Umrichterleistung aufgehoben. Die Baubarkeit wird nicht geprüft.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Im Gegensatz zur Motormontage ist bei der Einzelmontage die feste Zuordnung zwischen Motorleistung und Umrichterleistung aufgehoben. • Bei der Einzelmontage ist Inverter Drive 8400 motec weiterhin nur für die Montage auf den Motor vorgesehen.	• Bei einer zu großen Differenz zwischen Motorleistung und Umrichterleistung kann der Umrichter nicht auf den Motor gebaut werden. • Die Baubarkeit wird nicht geprüft. • Im DSD ist keine Produktkonfiguration möglich.	• Baubarkeit manuell prüfen. • SAP-Optionen beachten.
► Frequenzumrichter 8400 motec: Motormontage oder Einzelmontage (323)		

19.9 Versorgungs- und Rückspeisemodul

19.9.1 Umgebungstemperatur zu niedrig


Hinweis!

Die Umgebungstemperatur des Umrichters beträgt xxx °C. Damit wird die erforderliche Mindestumgebungstemperatur des Versorgungs- und Rückspeisemoduls von yyy °C unterschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Umgebungstemperatur ist zu niedrig.	Die Komponente kann beschädigt werden.	Klimatisierten Schaltschrank wählen.

19.9.2 Umgebungstemperatur zu hoch


Warnung!

Die Umgebungstemperatur des Umrichters beträgt xxx °C. Damit wird die max. zulässige Umgebungstemperatur des Versorgungs- und Rückspeisemoduls von yyy °C überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Umgebungstemperatur ist zu hoch.	Der Versorgungs- und Rückspeisemodul schaltet wegen zu hoher Temperatur ab.	• Anderes Versorgungs- und Rückspeisemodul wählen. • Klimatisierten Schaltschrank wählen.

19.9.3 Max. Aufstellhöhe überschritten


Warnung!

Die Aufstellhöhe beträgt xxx m. Damit wird die max. zulässige Aufstellhöhe des Versorgungs- und Rückspeisemoduls von yyy m überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Aufgrund des geringeren Luftdrucks ist die Kühlwirkung der Luft reduziert.	Das Versorgungs- und Rückspeisemodul wird nicht ausreichend gekühlt.	Rücksprache mit Lenze erforderlich.

19.9.4 Max. Leistung im Einspeisebetrieb überschritten


Warnung!

Die max. zulässige Leistung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls im Einspeisebetrieb wird überschritten.
Die Auslastung beträgt xxx %.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der max. DC-Zwischenkreisstrom ist höher als der zulässige DC-Zwischenkreisstrom.	Das Gerät wird überlastet.	Größeres Gerät wählen.

19.9.5 Auslastung überschritten, bezogen auf die zulässige Dauerleistung**Warnung!**

Die zulässige Dauerleistung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls wird überschritten.
Die Auslastung beträgt xxx %.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Zwischenkreisleistung überschreitet die zulässige Dauerleistung des Geräts.	Das Gerät wird zu warm und schaltet ab.	Größeres Gerät verwenden.

19.9.6 Max. Leistung im DC-Zwischenkreis (Rückspeisung) zu hoch**Warnung!**

Die max. zulässige Leistung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls im Rückspeisebetrieb wird überschritten.
Die Auslastung beträgt xxx %.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Leistung im DC-Zwischenkreis im Rückspeisebetrieb ist höher als die max. zulässige Leistung.	Das Gerät wird überlastet.	Größeres Gerät wählen.

19.9.7 I_{xt}-Auslastung des Bremstransistors ist > 100 %**Warnung!**

Die I_{xt}-Auslastung des Bremstransistors im Versorgungs- und Rückspeisemodul (ohne Rückspeisung) beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Integrierte Bremstransistor kann ohne Netz-Rückspeisung die Belastung nicht übernehmen.	Der Bremstransistor wird überlastet.	Netz-Rückspeisung nutzen.

19.9.8 Zulässige Impulsleistung wird überschritten**Warnung!**

Die zulässige Impulsleistung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls wird überschritten.
Die Auslastung beträgt xxx %.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Zu hohe Impulslast für das Modul.	Modul wird zerstört.	• Größeres Versorgungs- und Rückspeisemodul wählen. • Mehrere Versorgungs- und Rückspeisemodule parallel schalten.

19.9.9 Zulässige Leistung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls wird überschritten**Warnung!**

Die max. zulässige Leistung des Versorgungs- und Rückspeisemoduls mit Unterstützung des Bremstransistors wird im Rückspeisebetrieb überschritten.

Die Auslastung beträgt xxx %.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Spitzenbremsleistung ist zu hoch.	Auch mit Unterstützung eines Bremswiderstands kann nicht sicher elektrisch gebremst werden.	• Größeres Versorgungs- und Rückspeisemodul wählen. • Mehrere Versorgungs- und Rückspeisemodule parallel schalten.

19.10 Versorgungsmodul

19.10.1 Umgebungstemperatur zu niedrig



Hinweis!

Die Umgebungstemperatur des Umrichters beträgt xxx °C. Damit wird die erforderliche Mindestumgebungstemperatur des Versorgungsmoduls von yyy °C unterschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Umgebungstemperatur ist zu niedrig.	Die Komponente kann beschädigt werden.	Klimatisierten Schaltschrank wählen.

19.10.2 Umgebungstemperatur zu hoch



Warnung!

Die Umgebungstemperatur des Umrichters beträgt xxx °C. Damit wird die max. zulässige Umgebungstemperatur des Versorgungsmoduls von yyy °C überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die Umgebungstemperatur ist zu hoch.	Der Versorgungsmodul schaltet wegen zu hoher Temperatur ab.	• Anderes Versorgungsmodul wählen. • Klimatisierten Schaltschrank wählen.

19.10.3 Max. Aufstellhöhe überschritten



Warnung!

Die Aufstellhöhe beträgt xxx m. Damit wird die max. zulässige Aufstellhöhe des Versorgungsmoduls von xxx m überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Aufgrund des geringeren Luftdrucks ist die Kühlwirkung der Luft reduziert.	Das Versorgungsmodul wird nicht ausreichend gekühlt.	Rücksprache mit Lenze erforderlich.

19.10.4 Auslastung überschritten, bezogen auf die max. Leistung (Einspeisung)



Warnung!

Die max. zulässige Leistung des Versorgungsmoduls im Einspeisebetrieb wird überschritten. Die Auslastung beträgt xxx %.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die max. Leistung im DC-Zwischenkreis ist für das Gerät zu hoch.	Das Gerät wird überlastet.	Größeres Gerät wählen.

19.10.5 Auslastung überschritten, bezogen auf die max. Leistung des Bremstransistors**Warnung!**

Die max. zulässige Leistung des Bremstransistors im Versorgungsmodul wird im Rückspeisebetrieb überschritten. Die Auslastung beträgt xxx %.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die erforderliche Leistung überschreitet die zulässige Leistung des Geräts.	Das Gerät wird überlastet.	Größeres Gerät wählen.

19.10.6 Auslastung >100 %, bezogen auf die DC-Zwischenkreisleistung (Einspeisung)**Warnung!**

Die Auslastung des Versorgungsmoduls, bezogen auf die DC-Zwischenkreisleistung zur Einspeisung, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die erforderliche Leistung überschreitet die zulässige Leistung des Gerätes.	Das Gerät wird zu warm und schaltet ab.	Größeres Gerät verwenden.

19.10.7 Auslastung des Versorgungsmoduls ist >100 %**Warnung!**

Die Auslastung des Versorgungsmoduls, bezogen auf die Impulsleistung im DC-Zwischenkreis, beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Das Versorgungsmodul wird zu lange in Überlast betrieben.	Der Betrieb ist nicht zulässig. Das Gerät wird überlastet.	• Größeres Versorgungsmodul wählen. • Mehrere Versorgungsmodule parallel schalten. • Hinweise in der Dokumentation des Versorgungsmoduls beachten.

19.11 Bremschopper**19.11.1 Umgebungstemperatur des Bremschoppers zu hoch****Warnung!**

Die Umgebungstemperatur des Umrichters beträgt xxx °C. Damit wird die max. zulässige Umgebungstemperatur des Bremschoppers von yyy °C überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die zulässige Umgebungstemperatur wird überschritten.	Das Gerät wird zu warm und schaltet ab (sofern ein Thermokontakt vorhanden ist und ausgewertet wird). Brandgefahr, wenn der Thermokontakt nicht ausgewertet wird!	Rücksprache mit Lenze.

19.11.2 Zulässige Aufstellhöhe des Bremschoppers überschritten**Warnung!**

Die Aufstellhöhe beträgt xxx m. Damit wird die max. zulässige Aufstellhöhe des Bremschoppers von yyy m überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Aufgrund des geringeren Luftdrucks ist die Kühlwirkung der Luft reduziert.	Das Gerät wird zu warm und schaltet ab (sofern ein Thermokontakt vorhanden ist und ausgewertet wird). Brandgefahr, wenn der Thermokontakt nicht ausgewertet wird!	Rücksprache mit Lenze.

19.11.3 Dauerauslastung des Bremschoppers >100 %**Warnung!**

Die Dauerauslastung des Bremschoppers beträgt xxx %.
Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Bremswiderstand wird dauerhaft überlastet.	Der Bremswiderstand wird zu warm. • Der Thermokontakt wird geöffnet. Brandgefahr, wenn der Thermokontakt nicht ausgewertet wird!	Größeres Gerät verwenden.

19.11.4 Auslastung > 100 %, bezogen auf die Spitzenbremsleistung**Warnung!**

Die max. Auslastung des Bremschoppers beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die pro Bremschopper auftretende Spitzenbremsleistung ist zu hoch.	Es wird eine Überspannungsmeldung im Umrichter ausgelöst.	• Größeres Gerät verwenden. • DC-Verbund bilden und gegebenenfalls mehrere Bremschopper der Geräte im DC-Verbund nutzen. Jeweils das Gerätehandbuch beachten!

19.11.5 Generatorische Leistung wird nicht sicher abgeführt**Warnung!**

Die Abführung der generatorischen Leistung ist nicht sichergestellt.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Ein Hubantrieb im Senkbetrieb erzeugt generatorische Leistung, die der Umrichter abführen muss. Der Senkbetrieb wurde in DSD nicht konfiguriert.	Hubwerk sackt durch. Auch im DC-Verbundbetrieb können Situationen entstehen, in denen generatorische Leistung nicht von anderen Antrieben aufgenommen werden kann.	• Elektrische Bremskomponenten verwenden. • Versorgungs- und Rückspeisemodul verwenden.

19.12 Bremswiderstand

19.12.1 Resultierender Bremswiderstand zu klein


Warnung!

Der resultierende Ersatzwiderstand beträgt xxx Ohm. Damit wird der kleinste erlaubte Bremswiderstand am Bremstransistor von yyy Ohm unterschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der kleinste zulässige Widerstand wird unterschritten.	Der Bremschopper wird überlastet.	• Anderen Widerstand verwenden. • Anderen Widerstandsverschaltung wählen. • Anzahl der Bremschopper erhöhen.
► Auswahl Bremswiderstand (406)		

19.12.2 Dauerauslastung des Ersatzwiderstands ist > 100 %


Warnung!

Die Dauerauslastung des Ersatzwiderstands beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der Widerstand wird hinsichtlich der Dauerbremsleistung überlastet.	Der Umrichter meldet Überspannung. Antrieb verhält sich unkontrolliert!	• Anderen Widerstand verwenden. • Andere Widerstandsverschaltung (Serienschaltung) verwenden.
► Auswahl Bremswiderstand (406)		

19.12.3 Max. Auslastung des Ersatzwiderstands ist > 100 %


Warnung!

Die max. Auslastung des Ersatzwiderstands beträgt xxx %. Damit wird der Grenzwert von 100 % überschritten.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die erforderliche Spitzenbremsleistung ist zu hoch.	Der Bremswiderstand wird überhitzt. Brandgefahr!	• Größere Bremszeiten wählen. • Widerstand mit höherer Spitzenbremsleistung verwenden. • Mehrere Bremswiderstände so verschalten, dass eine höhere Spitzenbremsleistung möglich ist.

19.12.4 Max. zulässiger Widerstandswert wird überschritten**Hinweis!**

Der resultierende Bremswiderstand ist $> 220 \text{ Ohm}$.
 Der Umrichter kann wegen Überspannung abschalten.
 Widerstandswert zwischen 180 und 220 Ohm wählen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Der max. zulässige Widerstandswert wurde überschritten.	Der Umrichter schaltet wegen Überspannung ab. • Der Antrieb wird nicht mehr an der Bremsrampe zum Stillstand geführt.	Bremswiderstand mit Widerstandswert zwischen 180 und 220 Ohm wählen.

19.12.5 Thermische Zeitkonstante des Bremswiderstands ist zu klein**Warnung!**

Der Bremswiderstand hat eine thermische Zeitkonstante $< 120 \text{ s}$.
 Beim unkoordinierten DC-Verbund muss die Zeitkonstante $> 120 \text{ s}$ sein.
 DSD kann keine sichere Prüfung des Bremswiderstands durchführen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Bei einem unkoordinierten Mehrachsverbund sind nur Bremswiderstände mit einer thermischen Zeitkonstante $> 120 \text{ s}$ zulässig.	Der Bremswiderstand überhitzt. Brandgefahr!	Bremswiderstand mit größerer thermischer Zeitkonstante wählen.

19.12.6 Temperaturüberwachung für den eingebauten/angebauten Bremswiderstand löst aus**Warnung!**

Die Temperaturüberwachung für den eingebauten/angebauten Bremswiderstand wird ausgelöst.
 Eingebauten/angebauten Bremswiderstand nicht verwenden! Das Gerät kann zerstört werden!

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Für den eingebauten/angebauten Bremswiderstand wird eine zusätzliche Temperaturüberwachung im Gerät berechnet. Diese Temperaturüberwachung löst aus.	Das Gerät kann zerstört werden.	• Verwendung des eingebauten/angebauten Bremswiderstands ist nicht zulässig. • Externen Bremswiderstand verwenden.

19.12.7 Interne Bremswiderstände prüfen**Hinweis!**

Für die internen Bremswiderstände wird eine zusätzliche Prüfung der Auslastung empfohlen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
DSD überprüft die Auslastung der internen Bremswiderstände nach Algorithmen für externe Widerstände.	Die Bremswiderstände können überhitzen.	Die Auslastung zusätzlich durch den Lenze-Support prüfen lassen.

19.12.8 Auslastung des Bremswiderstands ist >yyy %**Hinweis!**

Die Auslastung des gewählten Bremswiderstands beträgt xxx %.

Bei einer Auslastung >yyy % einen leistungsstärkeren Bremswiderstand wählen.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Beim Rollenförderer kann aufgrund von Regelvorgängen der Bremswiderstand durch Schwingungen vorbelastet werden, ohne dass eine Bremsung stattfindet.	Mit dem gewählten Bremswiderstand ist der Betrieb des Lenze Smart Motors eingeschränkt.	Bremswiderstand mit größerer Leistungsreserve wählen.

19.13 Anwendermotor**19.13.1 Eingeschränkte Prüfung des Anwendermotors****Hinweis!**

DSD kann den Anwendermotor nur eingeschränkt prüfen. Die Antriebsauslegung basiert auf den allgemeinen Regeln zur Prüfung von Lenze-Komponenten.
Prüfen Sie den Motor nach den Richtlinien des Herstellers.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Von Anwendermotoren sind keine Konstruktionsdaten bekannt. DSD kann keine herstellerepezifischen Prüfungen durchführen.	Grenzwerte können überschritten werden, Motor kann thermisch überlastet werden.	• Motor nach den Richtlinien des Herstellers prüfen. • Prüfung durch den Hersteller des Motors veranlassen.

19.13.2 Keine Optionen verfügbar für Anwendermotor**Hinweis!**

Für den Anwendermotor sind keine Produktoptionen verfügbar.
Wenden Sie sich an den Hersteller des Motors.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Für Anwendermotoren sind in DSD keine Produktoptionen verfügbar.	Auswahl von Produktoptionen nicht möglich.	Hersteller des Motors ansprechen.

19.13.3 Getriebe-Lagerflansch für Anwendermotor konfigurieren**Hinweis!**

Sie haben einen Anwendermotor mit einem Lenze-Getriebe kombiniert.
Die Geometrie des Motors muss zum Getriebe-Lagerflansch passen.
Geben Sie im Auslegungsschritt "Zuordnung Lagerflansch" die erforderlichen Angaben ein.

Ursache	Auswirkungen	Mögliche Abhilfen
Die erforderlichen Daten wurden nicht eingegeben.	Der Motor lässt sich nicht an das gewählte Getriebe anbauen.	Die erforderlichen Daten im Auslegungsschritt <i>Zuordnung Lagerflansch</i> eingeben.

20 Feedback, Hilfe & Support

Ihr zuständiger Lenze-Vertrieb unterstützt Sie bei allen Fragen zur Bedienung des DSD und zur Antriebsauslegung.

20.1 Nutzungsdaten erfassen

Um den DSD kontinuierlich und zielgerichtet weiterentwickeln zu können, enthält das Programm eine [Nutzungsdaten erfassen](#). Die Nutzungserfassung liefert Antworten auf folgende wichtige Fragen:

- Welche Anwendungen werden wie intensiv genutzt?
- Welche Hilfswerkzeuge werden wie intensiv genutzt?
- Welche Antriebskomponenten werden für welche Anwendungen eingesetzt?



Hinweis!

Die Nutzungserfassung speichert und übermittelt **keine** persönlichen Daten! Sie können die Daten vor dem Versenden einsehen.

- Bitte führen Sie die Nutzungserfassung regelmäßig durch.
- Lesen Sie den Datenschutzhinweis unter <http://www.Lenze.com>.

In der Lenze-Einstellung erfolgt die Nutzungserfassung automatisch. Im Abstand von drei Monaten werden die Daten zum Lenze DSD-Server übertragen. Voraussetzung dafür ist eine bestehende Internet-Verbindung.

Die Daten zur Nutzungserfassung werden auch lokal auf Ihrem PC gespeichert und zwar in den Verzeichnissen "sent" und "outbox" unter "Dokumente und Einstellungen\<Benutzername>\Anwendungsdaten\Lenze\DSD V3.x.x.x\user_data\mail".

- Besteht eine Internet-Verbindung, werden Kopien der gesendeten Daten im Verzeichnis "sent" abgelegt.
- Besteht keine Internet-Verbindung, werden die zu sendenden Daten in das Verzeichnis "outbox" abgelegt.
 - Beim nächsten Programmstart versucht DSD diese Daten erneut zu versenden. Löschen Sie die Dateien im Verzeichnis "outbox", wenn DSD die Daten nicht versenden soll.
 - Bei erfolgreichem Versand werden Kopien der gesendeten Daten im Verzeichnis "sent" abgelegt.
 - Fragen Sie Ihren zuständigen Lenze-Vertrieb, wenn Sie Dateien im Verzeichnis "outbox" per E-Mail an Lenze senden möchten.

Einstellungen ändern

- Öffnen Sie den Dialog *Einstellungen* mit dem Befehl **Extras→Einstellungen**.

- Im Auswahlfeld *Erfassung von Nutzungsdaten* können Sie die Einstellung verändern:
 - "Automatisch" (Erfassung alle drei Monate)
 - "Auf Nachfrage"
 - "Nein"

► [Einstellungen](#) (📖 43)

20.2

Ihre Meinung ist uns wichtig



Wir erstellen diese Anleitung nach bestem Wissen mit dem Ziel, Sie bestmöglich beim Umgang mit unserem Produkt zu unterstützen.

Vielleicht ist uns das nicht überall gelungen. Wenn Sie das feststellen sollten, senden Sie uns Ihre Anregungen und Ihre Kritik in einer kurzen E-Mail an:

feedback-docu@Lenze.de

Vielen Dank für Ihre Unterstützung.

Ihr Lenze-Dokumentationsteam

21 Glossar

A

Antriebsanalyse	
Abtriebsseite	Seite, an der eine Last angekuppelt wird.
Antriebsseite	Seite, an der ein Motor angekuppelt wird.

B

Betriebsbremsung	Repetierende Bremsung aus voller Drehzahl, die vorzugsweise bei unregelmäßigen Antrieben eingesetzt wird.
Bewegungsprofil, frei definierbar	Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um ein Bewegungsprofil zu erstellen: • Bewegungsprofil grafisch erstellen im <i>MotionDesigner</i> • Werte lassen sich numerisch optimieren. • Bewegungsprofil erstellen durch Importieren der Betriebspunkte.
Bewegungsprofil, vordefiniert nach Betriebsart	Eingabe der Bewegung über ein vordefiniertes Bewegungsprofil, angelehnt an die genormten Betriebsarten S1, S2, S3 oder S6. Zeiten und Bewegungsrichtung können angepasst werden.
Bewegungswiderstand	Hilfsgröße zur Vereinigung von Linearführungen und radgeführten Systemen in einem Wert.
Bremschopper	Elektrische Bremsseinheit, die zusätzlich einen externen Bremswiderstand benötigt.
Bremseinheit	Siehe Bremschopper.

D

Dauerbremsleistung	Leistung, die das Bremssystem dauerhaft abführen kann.
Dauerkennlinie	Thermische Grenzkennlinie für den Dauerbetrieb.
Dauerleistung	Leistung, die der Umrichter im Dauerbetrieb abgeben kann, wenn eine Standard-Brauchbarkeitsdauer gefordert ist.
Derating	Verringern von Bemessungswerten unter bestimmten Voraussetzungen.

E

Eckleistung	Produkt aus max. Drehmoment und max. Drehzahl.
Einheitensystem	Gruppe von Einheiten verschiedener physikalischer Größen.
Einspeiseleistung	Benötigte aus dem Netz aufgenommene Leistung.
Energieeffizienz	
Energiepass	
Einzelachsprojekt	

F

Fahrwiderstand	Kraft pro Masse, die ein Fahrzeug seiner Bewegung entgegensetzt.
Fenstersymbol	Schaltfläche am rechten Ende der Titelleiste, um die Fensterdarstellung zu verändern oder das Fenster zu schließen.

G

Geregelter Antrieb	Eingabe der kinematischen Daten über ein Bewegungsprofil
Gleitreibung	Coulombsche Reibung; erzeugt eine der Bewegung entgegengerichtete Kraft.
Gruppenantrieb	Mehrere identische Motoren werden durch einen Umrichter gespeist und treiben gemeinsam eine Anwendung an.
G+K	Reihenschaltung von Lenze-Getriebe und zusätzlichem Antriebselement. G: Lenze-Getriebe K: Zusätzliches Antriebselement

H

Haftreibung	Reibung, die überwunden werden muss, bevor eine Relativbewegung zwischen zwei Körpern möglich ist.
Hyperlink	Optisch hervorgehobener Verweis, der per Mausklick aktiviert wird.

I

Imperial	Amerikanisches Maßsystem Beispiele für imperiale Einheiten: ft, lb, lbf
Istübersetzung	Tatsächliche Getriebeübersetzung, die sich aus dem Verhältnis der Motordrehzahl und der maximalen Drehzahl der Anwendung ergibt.

L

Lastabstimmungsfaktor	Verhältnis vom auf die Motorwelle reduzierten Lastträgheitsmoment zum Motoreigenträgheitsmoment. Der Lastabstimmungsfaktor ist ein wichtiges Beurteilungskriterium für drehzahl- oder winkelgeregelte dynamische Beschleunigungsantriebe.
Lenze-Getriebe	Standardgetriebe wie z. B. g500.
Lenze-Motor	Standardmotoren wie z. B. m550-P, m540-P, m850, MCS, MCA, MDxMA.

M

Master-Projekt	Projekt, in dem bei Mehrachsauslegungen die Versorgungs- und Bremseinheit definiert wird.
Mehrachs-Projekt	Master- oder Slave-Projekt, dessen Umrichter zu einem DC-Verbund gehört. ▶ Master-Projekt ▶ Slave-Projekt
Menüleiste	Leiste am oberen Rand des Anwendungsfensters unterhalb der Titelleiste, in der die Namen von Menüs angezeigt werden, die sich beim Anklicken mit der Maus öffnen.
Metrisch	Maßsystem, im Wesentlichen auf SI-Einheiten beruhend. Beispiele für imperiale Einheiten: m, kg, Nm

N

Netzbedingungen	Netzspannung, Netzfrequenz, Netzform und Anzahl der Phasen.
------------------------	---

P

PDF	Abk. für "Portable Document Format", ein von der Firma Adobe entwickeltes universelles Dateiformat für den Austausch von elektronischen Dokumenten. Mit Hilfe der von Adobe kostenlos erhältlichen Software Adobe® Reader® können PDF-Dateien angezeigt und gedruckt werden, unabhängig von der Anwendung und der Plattform, die zur Erstellung verwendet wurden. ► Internet: http://www.adobe.com/
Projektvergleich	Gegenüberstellung der Parameter von allen im DSD geöffneten Projekte. SAP-Liste der Konfiguration. Ergebnisse zur Antriebsanalyse.
Protokoll	Schriftliche Darstellung von Berechnungsergebnissen: • Kurzgefasstes Protokoll • Umfang eine Seite DIN A4 • Ausführliches Protokoll • Lenze BlueGreen Solutions • Mehrere Projekte unter den Gesichtspunkten Energieeffizienz und Amortisation ergleichen

R

Rückspeiseenergie	Die vom Bremswiderstand aufzunehmende generatorische Energie.
Rückspeiseleistung	Leistung, die vom Motor im generatorischen Betrieb zurückgespeist wird und entweder an das Netz oder einen Bremswiderstand abgegeben wird.

S

Slave-Projekt	Projekt bei Mehrachsananwendungen, in dem keine Dimensionierung der Versorgungs- und Bremsseinheit vorgenommen wird. ► Mehrachs-Projekt
Sollübersetzung	Anzustrebende Getriebeübersetzung, die sich aus dem Verhältnis der Motordrehzahl und der maximalen Drehzahl der Anwendung ergibt.
Spitzenbremsleistung	Bremsleistung, die kurzzeitig auftreten darf.

T

Titelleiste	Leiste am oberen Rand des Anwendungsfensters, die am linken Ende das Programmsymbol und den Programmnamen sowie am rechten Ende die Fenstersymbole enthält. ► Fenstersymbol
Trennzeit	Zeit von Beginn des Lüftens der mechanischen Bremse bis zum Abfall auf 10 % des Kennmoments.

U

Überlastbarkeit	Verhältnis max. Drehmoment zu Bemessungsdrehmoment einer Motor-Umrichter-Kombination.
Ungeregelter Antrieb	Eingabe der kinematischen Daten über die genormten Betriebsarten S1, S2, S3, S6.
Uprating	Heraufsetzen von Bemessungswerten unter bestimmten Voraussetzungen.

V

Verbundart	Mehrachsverbund mit Servoumrichter i700 bzw. Mehrachsverbund mit Servoumrichter 9400 HighLine, Frequenzumrichter 8400.
Verknüpfzeit	Setzt sich bei mechanischen Bremsen aus der Verzugszeit t_{11} beim Ansprechen der Bremse und der Anstiegszeit t_{12} des Bremsmoments zusammen.
Vorschauwert	Aus den Belastungen vorab ermittelte Kenngröße, die sich nach der tatsächlichen Auswahl der Komponenten noch ändern kann.

Z

Zusätzliches Antriebselement	Ein eigenes Getriebe oder eine dem Getriebe nachgeschaltete Übersetzung.
-------------------------------------	--

22 Index

Zahlen

120-Hz-Betrieb, Motor [350](#)

87-Hz-Betrieb, Motor [350](#)

A

AKB (Application Knowledge Base) [15](#)

Allgemeine Geschäftsbedingungen [13](#)

Allgemeiner Antrieb [173](#)

Alternativen [56](#)

Ändern

nachträglich Wert oder Auswahl [38](#)

voneinander abhängige Werte [38](#)

Antriebsachse, elektrisch [304](#)

Antriebsachse, mechanisch [302](#)

Antriebsanalyse [437](#)

Antriebsauslegung, Einschränkungen [491](#)

Antriebselement, zusätzliche [381](#)

Antriebskonzept [305](#)

Antriebssystem, optimieren der Energieeffizienz [425](#)

Anwender, Ersatzschaltbild [457](#)

Anwendermotor importieren [449](#)

Anwendermotor, anzeigen im Projekt [306](#)

Anwendermotor, Checkliste Asynchronmaschine [461](#)

Anwendermotor, Checkliste Synchronmaschine [463](#)

Anwendermotor, Eigenschaften [449](#)

Anwendermotor, M-n-Kennlinie [455](#)

Anwendermotor, Norm Lagerflansch Motor [453](#)

Anwendermotor, Technologie [453](#)

Anwendermotoren verwalten, Befehle im Kontextmenü [452](#)

Anwendermotoren verwalten, Benutzeroberfläche [450](#)

Anwendermotoren verwalten, Bezeichnungen ändern [452](#)

Anwendermotoren verwalten, Einstellungen elektrisch [456](#)

Anwendermotoren verwalten, Einstellungen für Zubehör [460](#)

Anwendermotoren verwalten, Einstellungen mechanisch [454](#)

Anwendermotoren verwalten, Funktion freischalten [449](#)

Anwendermotoren verwalten, Kommentar [460](#)

Anwendermotoren verwalten, Symbolleiste [451](#)

Anwendung mit Lenze Smart Motor [72](#)

Anwendung, qualitative Anforderungen [500](#)

Anwendungshinweise [18](#)

Application Knowledge Base (AKB) [15](#)

Aufbau der Sicherheitshinweise [18](#)

Aufstellhöhe [299](#)

Aufwickler, Bewegungsprofil [224](#)

Auslastung Motor [353](#)

Auslastung, Getriebe [379](#)

Auslastung, Umrichter [389](#)

Auswahlhilfe, Produkte für Antriebssysteme (ohne Wickler) [329](#)

Auswahlhilfe, Produkte für Wickelantriebssysteme [330](#), [332](#)

Auswahltabelle [396](#)

Auswahltabelle Lenze Smart Motor [346](#)

Auswahltabelle Motor [340](#)

Auswahltabelle, elektromechanische Bremse [363](#)

Auswahltabelle, Getriebe [370](#)

Auswahltabelle, Umrichter [385](#)

Axialbelastungen [495](#)

Axialgetriebe, Eigenschaften [308](#)

Axialkräfte [360](#), [378](#)

B

Beenden des Programms [41](#)

Benutzeroberfläche [19](#)

Betrieb von Umrichtern am FI-Schalter [500](#)

Betriebsart nach VDE 0530 [289](#)

Betriebsbremse [366](#), [496](#)

Betriebsdauer, mittlere tägliche [338](#)

Bewegte Masse [129](#)

Bewegungsdesign [243](#)

Bewegungsprofil laden [253](#)

Bewegungsprofil speichern [254](#)

Bewegungsprofil, Anwendungshinweise [282](#)

Bewegungsprofil, Aufwickler [224](#)

Bewegungsprofil, linear [285](#)

Bewegungsprofil, nicht linear [286](#)

Bewegungsprofil, S-förmig [287](#)

Bewegungsprofil, sin²-förmig [288](#)

Bewegungsprofil, vordefiniert nach Betriebsart [289](#)

Bremse aktivieren [271](#)

Bremse, Auswahltabelle [363](#)

Bremse, Haltemoment [367](#)

Bremse, mechanisch [363](#)

Bremse, permanentmagnet [367](#)

Bremswiderstand, Verschaltung mehrerer [407](#)

C

Checkliste Anwendermotor Asynchronmaschine [461](#)

Checkliste Anwendermotor Synchronmaschine [463](#)

Checklisten für Antriebsauslegung [54](#)

D

Dauerfestigkeit [374](#)

Dauerkennlinie [345](#), [349](#)

DC-Zwischenkreis, Komponenten [399](#)

Dezentrale Umrichter, Eigenschaften [321](#)

Diagramme, Komponenten [433](#)

Direktanbau [310](#)

Dokumenthistorie [16](#)

Drehmoment [68](#)

Drehmomentbelastung prüfen [374](#)

Drehstrommotor, Eigenschaften [313](#)

Drehtischantrieb [175](#)

Drehzahlbelastung prüfen [378](#)
Drehzahlreserven [445](#)
DSD-Server, Kommunikation [47](#)
Dynamische Reserven [444](#)

E

EASY Product Finder [14](#)
Einbaulage, Getriebe [336](#)
Eingabebereich [35](#)
Einschränkungen der Antriebsauslegung [491](#)
Einstellungen [43](#)
Einzelachsanwendung [191](#)
Elektrisches Versorgungsnetz [296](#)
E-Mail an Lenze [565](#)
Energieeffizienz, Antriebssystem optimieren [425](#)
Energieeffizienz, Diagramme und Projektvergleich [418](#)
Energieeffizienz, Einsparpotenziale [426](#)
Energieeffizienz, Energiepass [421](#)
Energieeffizienz, Kostenvergleich [419](#)
Energieeffizienz, Lenze BlueGreen Solutions [417](#)
Energiepass [421](#)
Energiesparfunktion, Lenze Smart Motor [338](#)
Ergebnisbaum [34](#), [436](#)
Ergebnisse beurteilen [431](#)

F

Federkraftbremse [367](#)
Feedback [563](#)
Feedback an Lenze [565](#)
Fehlanpassung [354](#)
Feldschwächung [491](#)
Feldschwächung beim Wickelantrieb [351](#)
Filter in der Motorleitung [503](#)
FI-Schalter [500](#)
Flanschanbau [310](#)
Frequenzumrichter, Eigenschaften [316](#)
Funktionselemente [19](#)

G

Geber-Auswahltable [396](#)
Gegenkraft [271](#)
Gestaltung der Sicherheitshinweise [18](#)
Getriebe [374](#)
Getriebe, auswählen [370](#)
Getriebe, Direktanbau oder Flanschanbau [310](#)
Getriebe, Eigenschaften Axialgetriebe [308](#)
Getriebe, Eigenschaften Kegelradgetriebe [308](#)
Getriebe, Einbaulage [336](#)
Getriebe, Getriebeöl [379](#)
Getriebe, M-n-Kennlinie [373](#)
Getriebe, Schmiermittel [379](#)
Getriebe, thermische Auslastung [379](#)
Getriebe, Umgebungstemperatur [297](#)
Getriebe, Wellendichtring [379](#)

Getriebemotor, Vorauswahl [333](#)
Gleichlaufantrieb Einfachwalze [160](#)
Gleichlaufantrieb Quetschwalzen [166](#)
Glossar [566](#)
Gruppenantriebe [501](#)
Gurtförderer Schüttgut [153](#)
Gurtförderer Stückgut [147](#)

H

Haltebremse, mit Not-Stopp-Eigenschaften [366](#)
Haltebremse, mit Sicherheitsfunktion [496](#)
Haltebremse, ohne Not-Stopp-Eigenschaften [366](#)
Haltebremse, Permanentmagnet-Haltebremse [367](#)
Haltemoment, Bremse [367](#)
Hilfe [563](#)
Hochdynamische Anwendungen [492](#)
HTL-Encoder [398](#)
Hubantrieb mit Gegengewicht [123](#)
Hubantrieb mit Gegengewicht, bewegte Masse [129](#)
Hubantrieb ohne Gegengewicht [114](#)
Hubantriebe, ohne Rückführung [326](#)

I

Informationen zur Gültigkeit [16](#)
IP-Schutzart, Bremswiderstand [409](#)

K

Kegelradgetriebe, Eigenschaften [308](#)
Kettenförderer [134](#)
Kommunikation, DSD-Server [47](#)
Kompatibilitätsprüfung [51](#)
Komponenten, DC-Zwischenkreis [399](#)
Kundendaten [50](#)

L

Lagerflansch Motor, Norm [361](#)
Lagerflansch Motor, zuordnen [361](#)
Lagerstromdrossel, Einsatz von [504](#)
Lastabstimmungsfaktor [354](#)
Lenze BlueGreen Solutions [417](#)
Lenze Smart Motor auswählen [346](#)
Lenze Smart Motor, Auswahltable [346](#)
Lenze Smart Motor, Energiesparfunktion [338](#)
Lenze Smart Motor, M-n-Kennlinie [348](#)
Lenze-Getriebe [374](#)
Lizenz- und Vertragsbedingungen [13](#)

M

Masse der Nutzlast [271](#)
Masse Gegengewicht berechnen [477](#)
Masse Seil berechnen [478](#)
Masse Streckenlast berechnen [479](#)
Maximal zulässige Motorleitungslänge [498](#)
MCS, über Montageflansch kühlen [505](#)

Mehrachsianwendung [192](#), [193](#)
Menüleiste [20](#)
M-n-Betriebspunkte importieren [186](#)
M-n-Kennlinie Lenze Smart Motor [348](#)
M-n-Kennlinie Motor [343](#)
M-n-Kennlinie, Getriebe [373](#)
MotionDesigner [489](#)
Motor auswählen [340](#)
Motor für Wickelantrieb [314](#)
Motor, 120-Hz-Betrieb [350](#)
Motor, 87-Hz-Betrieb [350](#)
Motor, Auswirkungen der Schaltfrequenz [498](#)
Motor, Direktanbau oder Flanschanbau [310](#)
Motor, Eigenschaften Drehstrommotor [313](#)
Motor, Eigenschaften Servo-Asynchronmotor [312](#)
Motor, Eigenschaften Servo-Synchronmotor [311](#)
Motor, M-n-Kennlinie [343](#)
Motor, thermische Auslastung [353](#)
Motor, Umgebungstemperatur [297](#)
Motorleitung [503](#)
Motorleitung, schalten in der [503](#)
Motorleitungslänge [498](#)
Motorregelung bei Erfassung der Motortemperatur [504](#)
Motorregelung, geberlos [326](#)
Motorregelung, Umrichter [384](#)
Motortemperaturschutz nach UL [505](#)
Multiturn-Sin-Cos-Geber [398](#)

N

Netzfrequenz [296](#)
Netzurückwirkungen [500](#)
Netzspannung [296](#)
Netzsystem [296](#)
Netzunterspannungen, Einfluss auf das Betriebsverhalten [492](#)
Not-Halt-Szenarien [503](#)
Notizen [38](#)
Nutzmasse berechnen [480](#)
Nutzungserfassung [563](#)

O

Omega-Riemenantrieb [84](#)
Online-Dokumentation [465](#)

P

Physikalische Beiwerte [488](#)
Product Finder [14](#)
Produktionsoptionen für Lenze-Produkte [415](#)
Programm beenden [41](#)
ProjectViewer [53](#)
Projekt erstellen [49](#)
Projekt im ProjectViewer öffnen [53](#)
Projekt importieren [52](#)
Projekt öffnen [51](#)

Projekt planen [54](#)
Projekt speichern [53](#)
Projekt vergleichen [437](#)
Projekt vorbereiten [54](#)
Projekt, Kompatibilitätsprüfung [51](#)
Projektinformationen [50](#)
Projektvergleich [60](#), [437](#)
Protokoll [437](#)
Protokoll, ausführlich [438](#)
Protokoll, kurzgefasst [437](#)
Protokolle [437](#)
Pumpe [178](#)

R

Radantrieb [107](#)
Radialbelastungen [495](#)
Radialkräfte [360](#), [378](#)
Rechner, Durchmesser Ritzel [476](#)
Rechner, Fahrwiderstand [484](#)
Rechner, Getriebe [474](#)
Rechner, Masse [469](#)
Rechner, Masse Fördermenge [480](#)
Rechner, Masse Gegengewicht [477](#)
Rechner, Masse Riemen [481](#)
Rechner, Masse Seil/Kabel [478](#)
Rechner, Masse Streckenlast [479](#)
Rechner, Spindelwirkungsgrad [487](#)
Rechner, Staukraft [483](#)
Rechner, Taschenrechner [468](#)
Rechner, Trägheit [471](#)
Regelungsart, Umrichter [384](#)
Regelungsarten [324](#)
Reglersperre [271](#)
Reserven bei der Antriebsauslegung [444](#)
Resolver [398](#)
Riemenantrieb [84](#)
Riemenantrieb, umlaufend [73](#)
Riemenmasse berechnen [481](#)
Rollenförderer [140](#)
Rückführsysteme, Typen [397](#)
Rückführung [396](#)

S

S1-Kennlinien [345](#), [349](#)
Sättigungseffekte im Motor [494](#)
Schalten in der Motorleitung [503](#)
Schaltfrequenz, Auswirkungen auf den Motor [498](#)
Schaltfrequenz, Umrichter [383](#)
Schutzart, Bremswiderstand [409](#)
Schwelllast bei Verzahnungsgetrieben [376](#)
Servicepacks und Updates [15](#)
Servomotoren ohne Getriebe kühlen [505](#)
Servomotoren, Eigenschaften [312](#)

Servo-Synchronmotor, Eigenschaften [311](#)

Servoumrichter, Eigenschaften [319](#)

S-förmiges Bewegungsprofil [287](#)

Sicherheitshinweise [18](#)

sin²-förmiges Bewegungsprofil [288](#)

Sin-Cos-Geber [398](#)

Singleturn-Sin-Cos-Geber [398](#)

Skizze [28](#), [432](#)

Spannung [296](#)

Spindelantrieb [101](#)

Spindelwirkungsgrad berechnen [487](#)

Sprache [42](#)

SSI-Absolutwertgeber [398](#)

Stationäre Reserven [444](#)

Statische Festigkeit [374](#)

Staukraft berechnen [483](#)

Steuerelemente [19](#)

Stillstandsphase [271](#)

Stromderating, Umrichter [395](#)

Support [563](#)

Symbolleiste [25](#)

Symbolleiste, Kinematik eingeben [246](#)

T

Tastaturkommandos [40](#)

Temperaturerfassung mit Motortemperatursensor [504](#)

Temperaturschutz Motor, nach UL [505](#)

TTL-Encoder [398](#)

U

Überstrombetrieb

 Frequenzumrichter 8400 [393](#)

 Frequenzumrichter i510 [394](#)

 Frequenzumrichter i550 [394](#)

 Servo-Inverter i950 [392](#)

 Servoumrichter 9400 HighLine [390](#)

 Servoumrichter i700 [391](#)

UL, Dauerlast bei kleinen Motordrehzahlen [505](#)

UL-approbiert [18](#)

Umgebungsbedingungen [297](#)

Umgebungstemperatur, Motor/Getriebe [297](#)

Umgebungstemperatur, Umrichter [298](#)

Umrichter am FI-Schalter [500](#)

Umrichter auslegen [383](#)

Umrichter auswählen [385](#)

Umrichter mit integriertem EMV-Filter [384](#)

Umrichter, Ausführung [383](#)

Umrichter, Auslastungswerte ermitteln [387](#)

Umrichter, Auslegungskriterien [387](#)

Umrichter, Eigenschaften dezentrale Umrichter [321](#)

Umrichter, Eigenschaften Frequenzumrichter [316](#)

Umrichter, Eigenschaften Servoumrichter [319](#)

Umrichter, Motorausgang [383](#)

Umrichter, Motorregelung [384](#)

Umrichter, Regelungsart [384](#)

Umrichter, Regelungsarten [324](#)

Umrichter, Schaltfrequenz [383](#)

Umrichter, thermische Auslastung [389](#)

Umrichter, Umgebungstemperatur [298](#)

Umrichter, Vorauswahl [383](#)

UR-approbiert [18](#)

V

Ventilator [182](#)

Verschiebung der M-n-Kennlinie [497](#)

Versorgungs- und Rückspeisemodul 9400 [402](#)

Versorgungsmodul i700 [404](#)

Versorgungsnetz [296](#)

Vertikalförderer, ohne Rückführung [326](#)

Verwendete Konventionen [17](#)

Vorauswahl Getriebemotor [333](#)

Vorauswahl Umrichter [383](#)

W

Wechselast bei Verzahnungsgetrieben [376](#)

Wechselastfaktor [376](#)

Wertetabellen [488](#)

Wickelantrieb, Feldschwächung [351](#)

Wickelantrieb, Strategien zur Auslegung [213](#)

Winkelgetriebe, Eigenschaften [308](#)

Wöhlerkennlinie [374](#)

Z

Zahnstangenantrieb [95](#)

Zeitfestigkeit [374](#)

Zielgruppe [16](#)

Zusätzliches Antriebselement [338](#), [381](#)

Zusätzliches Trägheitsmoment [335](#)

Lenze Automation GmbH
Postfach 10 13 52, D-31763 Hameln
Hans-Lenze-Str. 1, D-31855 Aerzen
Germany
HR Hannover B 205381
 +49 5154 82-0
 +49 5154 82-2800
 sales.de@lenze.com
 www.lenze.com

Service

Lenze Service GmbH
Breslauer Straße 3, D-32699 Extertal
Germany
 008000 24 46877 (24 h helpline)
 +49 5154 82-1112
 service.de@lenze.com