

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

IX

5	Lagerungen	1
5.1	Lager mit Festkörperreibung (B)	3
5.1.1	Bolzen (B).....	3
5.1.1.1	Elementarer Festigkeitsansatz (B)	5
5.1.1.2	Verschleißansatz (V).....	7
5.2	Wälzlager (B).....	11
5.2.1	Lageranordnungen (B).....	11
5.2.1.1	Fest-Los-Lagerung (B)	11
5.2.1.2	Schwimmende Lagerung (B)	13
5.2.1.3	Angestellte Lagerung (E).....	15
5.2.2	Lagerbauformen (B)	20
5.2.2.1	Kugellager (B)	21
5.2.2.2	Rollenlager (B)	22
5.2.3	Dimensionierung eines einzelnen Lagers (B)	27
5.2.3.1	Belastung im Wälzkontakt (E).....	28
5.2.3.2	Lastverteilung auf die einzelnen Wälzelemente (E)	29
5.2.3.3	Dimensionierung nach Tragzahlen (B).....	31
5.2.4	Gestaltung von Wälzlagerungen (B).....	41
5.2.4.1	Axiale Festlegung des Lagers (B).....	41
5.2.4.2	Lagerpassungen (B)	42
5.2.4.3	Reibung von Wälzlagern (E)	45
5.2.4.4	Grenzdrehzahlen (E).....	47
5.2.4.5	Schmierung (E).....	48
5.2.4.6	Abdichtung von Wälzlagerungen (E)	49
5.2.4.7	Konstruktionsbeispiele (B)	52
5.2.4.8	Lagerauswahl (B).....	58
5.3	Hydrodynamisches Radialgleitlager (B).....	60
5.3.1	Funktion des hydrodynamischen Radialgleitlagers (E)	61
5.3.2	Flüssigkeitsreibung, Mischreibung, Festkörperreibung (E)	65
5.3.3	Rechnerische Beschreibung des hydrodynamischen Radialgleitlagers (E).....	68
5.3.4	Viskosität und Temperatur (E).....	76
5.3.4.1	Lagerberechnung bei bekannter Temperatur (E)	80
5.3.4.2	Lagerberechnung bei Wärmeabfuhr durch Konvektion (V)	83

5.3.5	Ölbedarf (V)	86
5.3.6	Konstruktionsbeispiele (E)	87
5.4	Anhang	88
5.4.1	Literatur	88
5.4.2	Normen	89
5.5	Aufgaben: Lagerungen	92
6	Welle-Nabe-Verbindungen	131
6.1	Stoffschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen (B)	132
6.2	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen (B)	135
6.2.1	Keilwellenverbindungen (B)	136
6.2.2	Zahnwellenverbindungen (E)	139
6.2.3	Polygonwellenverbindung (E)	142
6.2.4	Passfederverbindungen (B)	143
6.3	Kraft- bzw. reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen (B)	146
6.3.1	Klemmverbindungen (B)	148
6.3.1.1	Axialklemmverband (B)	148
6.3.1.2	Radialklemmverband (E)	151
6.3.2	Zylinderpressverband (B)	159
6.3.2.1	Minimal erforderliche Pressung: Reibschluss und Momentenübertragung (B) ...	160
6.3.2.2	Maximal mögliche Pressung: Festigkeit von Welle und Nabe (E)	161
6.3.2.3	Pressung und Übermaß (E)	163
6.3.2.4	Darstellung im Verspannungsdiagramm (E)	166
6.3.2.5	Passungsauswahl (E)	170
6.3.2.6	Thermisches Fügen von Welle und Nabe (E)	172
6.3.2.7	Variation der entscheidenden Parameter (V)	173
6.3.2.8	Abschließende Bemerkungen (V)	178
6.3.3	Hydraulisch wirkende Spannbuchse (V)	179
6.3.4	Kegelpressverbindung (B)	180
6.3.4.1	Kegelpressverbindung ohne Zwischenelemente (B)	180
6.3.4.2	Kegelpressverbindung mit Zwischenelementen (V)	186
6.3.5	Weitere reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen (E)	193
6.4	Anhang	195
6.4.1	Literatur	195
6.4.2	Normen	196
6.5	Aufgaben: Welle-Nabe-Verbindungen	198
7	Grundsätzliche Bauformen gleichförmig übersetzender Getriebe	227
7.1	Anforderungen und Aufgaben (B)	227
7.1.1	Momentenwandlung (B)	228
7.1.2	Drehzahlwandlung (B)	230
7.1.3	Formschluss und Reibschluss (B)	231
7.1.4	Getriebe als Wandler mechanischer Leistung (B)	233
7.1.5	Anwendungsfaktor	238

7.2	Reibradgetriebe (Wälzgetriebe) (B).....	241
7.2.1	Geschwindigkeiten im Wälzkontakt (B).....	241
7.2.2	Belastungen im Wälzkontakt (B).....	242
7.2.3	Vorspannen von Wälzgetrieben.....	246
7.2.3.1	Radiales Vorspannen von Wälzgetrieben (E)	246
7.2.3.2	Radiale, selbsttätige Anpresskraftregelung (E).....	249
7.2.3.3	Rolle als Zwischenglied (V)	251
7.2.3.4	Zweistufiges Reibradgetriebe mit Zwischenrolle (V).....	253
7.2.3.5	Axiales Vorspannen von Wälzgetrieben (E).....	255
7.2.3.6	Axiale, selbsttätige Anpresskraftregelung (V).....	256
7.2.4	Stufenlose Übersetzungsmöglichkeiten (B).....	257
7.2.5	Keilrad (E)	259
7.2.6	Konstruktionsbeispiele (E).....	261
7.3	Riemengetriebe (B).....	265
7.3.1	Seilreibung (B).....	265
7.3.2	Treibscheibe als „halber“ Riementrieb (B)	269
7.3.3	Momentenübertragung (B).....	270
7.3.4	Vorspannen von Riementrieben.....	275
7.3.4.1	Leertrumvorspannung (B).....	275
7.3.4.2	Zugtrumvorspannung (B).....	277
7.3.4.3	Vorspannung durch Linearführung der Welle (E)	278
7.3.4.4	Auflegevorspannung (V)	279
7.3.4.5	Gelenkige Wippe (E)	281
7.3.4.6	Selbstspannender Riementrieb (V)	282
7.3.5	Weitere Spannungen im Riemen (V).....	284
7.3.5.1	Biegebelastung (V)	284
7.3.5.2	Fliehkraftbelastung (V).....	287
7.3.6	Gesamte Riemenbelastung (E).....	292
7.3.7	Axiale Führung des Riemens durch Scheibenwölbung (E)	294
7.3.8	Schlupf und schlupfbedingter Wirkungsgrad (V).....	295
7.3.9	Riemenwerkstoffe und -bauformen (E)	300
7.3.10	Keilriemen (V).....	303
7.3.11	Verstellbare Riemengetriebe (V)	305
7.4	Formschlüssige Zugmitteltriebe (E).....	306
7.4.1	Geometrie des Kettentriebes (E).....	309
7.4.2	Übersicht über die Festigkeitskriterien (E)	312
7.4.3	Verschleiß und Gebrauchsdauer des Kettentriebes (V)	313
7.4.4	Wirkungsgrad von Kettentrieben (V)	313
7.5	Zahnradgetriebe (B).....	318
7.5.1	Verzahnungsgeometrie (E)	319
7.5.1.1	Das Problem der kinematischen Verträglichkeit (E).....	319
7.5.1.2	Verzahnungsgesetz (V).....	321
7.5.1.3	Gleitgeschwindigkeit im Kontaktpunkt (V).....	324

7.5.1.4	Flanke – Gegenflanke – Eingriffslinie (V)	325
7.5.1.5	Forderungen für eine optimale Zahnflankenform (B).....	327
7.5.2	Evolventenverzahnung (B)	328
7.5.2.1	Konstruktion der Evolvente (B).....	328
7.5.2.2	Einzeleingriff zweier Evolventen (B).....	329
7.5.2.3	Kopfkreis – Fußkreis (B).....	330
7.5.2.4	Mehrfacheingriff (B)	331
7.5.2.5	Eingriffsstrecke – Überdeckungsgrad (B)	333
7.5.2.6	Kopfspiel – Fußausrundung (B)	335
7.5.2.7	Optimierung des Eingriffswinkels (V)	336
7.5.2.8	Zahnradherstellung (E).....	338
7.5.2.9	Das Problem der minimalen Zähnezahl (B)	340
7.5.2.10	Profilverschiebung (E).....	340
7.5.2.11	Ermittlung der Zahnkräfte (B).....	347
7.5.2.12	Festigkeit der Evolventenverzahnung (B)	348
7.5.2.13	Optimierung von Zähnezahl und Modul (V)	352
7.5.3	Zykloidenverzahnung (V).....	353
7.5.4	Schrägverzahnung (V).....	355
7.5.4.1	Geometrie der Schrägverzahnung (V)	356
7.5.4.2	Profilverschiebung (V)	360
7.5.4.3	Überdeckungsgrad (V)	361
7.5.4.4	Kräfte an der Schrägverzahnung (V).....	362
7.5.4.5	Optimierung der Schrägverzahnung (V).....	363
7.6	Anhang	364
7.6.1	Literatur.....	364
7.6.2	Normen	365
7.7	Aufgaben: Grundsätzliche Bauformen gleichförmig übersetzender Getriebe	369