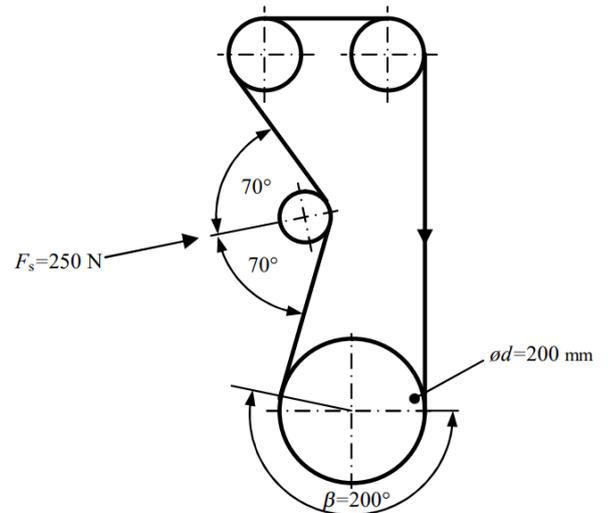


Übungsaufgabe RK 001

Aufgabenstellung

Zur Steuerung von Komponenten eines PKW-Antriebsmotors ist ein Flachriementrieb gemäß der rechts dargestellten Skizze vorgesehen. Die **konstante** Vorspannkraft der im Leertrum angeordneten Spannrolle beträgt $F_s = 250 \text{ N}$. Laut Herstellerangaben wird die maximale Drehzahl des Motors mit $n = 5000 \text{ min}^{-1}$ angegeben.

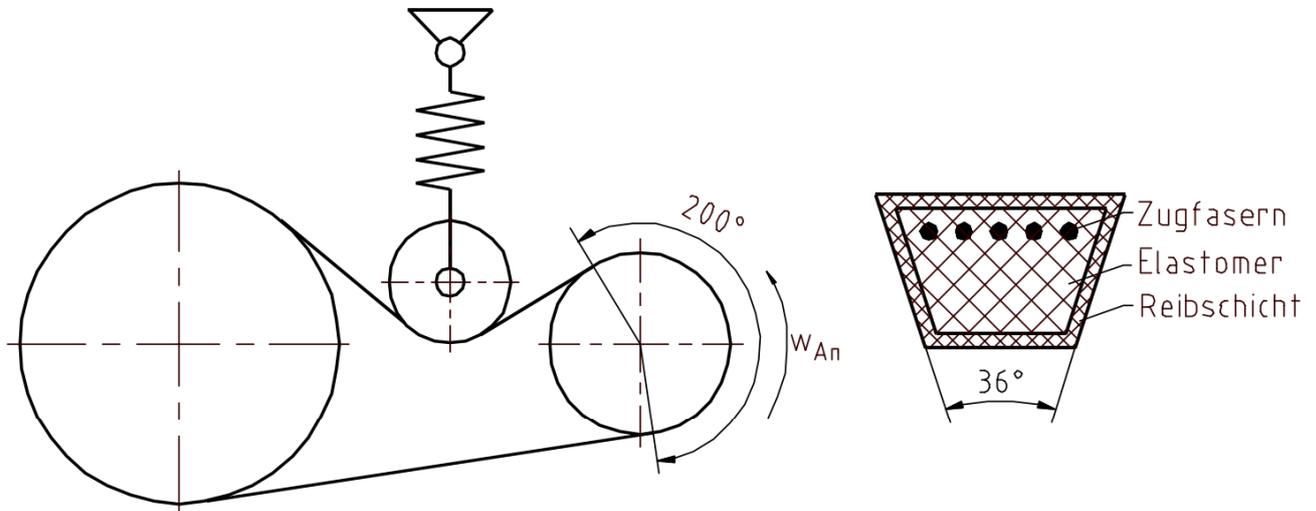


E-RK 1 Berechnen Sie die Vorspannkraft F_2 im Leertrum mit Spannrolle.

E-RK 2 Welche maximale Leistung (in kW) kann an der unteren Riemenscheibe übertragen werden, wenn der Gleitreibbeiwert $\mu_g = 0,5$ beträgt? (Sollten Sie Aufgabe E-RK 1 nicht gelöst haben, rechnen Sie mit $F_2 = 350 \text{ N}$)

Übungsaufgabe RK 002

Ein Antriebsmotor treibt über einen Keilriemen eine Arbeitsmaschine an. Der Riemen wird durch eine federbelastete Spannrolle vorgespannt. Der Keilriemen besitzt den rechts in der Skizze dargestellten Querschnitt.



Es sind folgende Daten gegeben:

Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe	$d_{wk} = 200 \text{ mm}$
Gleitreibbeiwert der Reibschicht	$\mu_G = 0,5$
Haftreibbeiwert der Reibschicht	$\mu_H = 0,6$
Umschlingungswinkel an der kleinen Scheibe	$\beta_k = 200^\circ$
Keilwinkel des Riemenprofils	$\alpha = 36^\circ$
Antriebsmoment	$M = 100 \text{ Nm}$

E-RK 1 Berechnen Sie den scheinbaren Reibbeiwert μ' des Keilriemens.

E-RK 2 Mit welcher Vorspannkraft muss das Leertrum mindestens vorgespannt werden, damit der Riemen an der kleinen Scheibe nicht durchrutscht? Wenn Sie Aufgabenteil 1 nicht gelöst haben, gehen Sie von einem scheinbaren Reibwert von $\mu' = 1,5$ aus.

E-RK 3 Nach kurzer Zeit im Nennbetrieb weist der Riemen starke Beschädigungen auf. Welcher Fehler wurde bei der Auslegung des Riementriebs gemacht?

E-RK 4 Wie groß ist das maximal übertragbare Moment, wenn die Drehrichtung umgekehrt wird und die Spannrolle nun eine Vorspannkraft von 5 N im Lasttrum aufbringt?

E-RK 5 Skizzieren Sie eine Variante des Riementriebs, bei dem in beide Drehrichtungen ein gleich großes Moment übertragen werden kann und außerdem die unter Aufgabenteil 3 angesprochenen Probleme vermieden werden.

Übungsaufgabe RK 003

Für ein Motorrad ist ein Zahnriemenantrieb mit einem HTD-Zahnriemen zu entwickeln. Das Motorrad soll durch einen Einzylinder-Viertaktmotor mit einer Leistung von $P = 37 \text{ kW}$ und einer Getriebeausgangsdrehzahl $n_1 = 3.900 \text{ min}^{-1}$ angetrieben werden. Die Drehzahl des Hinterrades beträgt $n_2 = 1.300 \text{ min}^{-1}$. Als durchschnittliche tägliche Betriebsdauer sind ca. 30 min. anzunehmen. Bei der Auslegung des Zahnriemenantriebs soll nur die Geometrie festgelegt werden.



E-RK 1

Legen Sie den Belastungsfaktor c_2 fest. **Anmerkung:** Die getriebene Maschine, also das Hinterrad, ist wie ein Wellenstrang zu betrachten.

E-RK 2

Ermitteln Sie die Teilung.

E-RK 3

Berechnen Sie die Zähnezahln der kleinen Scheibe z_1 , deren Wirkdurchmesser d_{w1} und die Riemenbreite.

E-RK 4

Bestimmen Sie den Wirkdurchmesser d_{w2} und die Zähnezahln z_2 der großen Scheibe.

E-RK 5

Geben Sie den vorläufigen Achsabstand e^* an.

E-RK 6

Ermitteln Sie die vorläufige Wirklänge l_w^* .

Ermittlung des Belastungsfaktors c_2 , abhängig von Antriebs- und Arbeitsmaschine und tägl. Laufzeit

Bei Außenspannrollen erhöht sich der Wert für c_2 um 0,2	Antreibende Maschinen								
	Niedriges Anlaufmoment (z.B. Gleichstrom-Nebenschluss-Motoren; Verbrennungsmotoren 8 und mehr Zyl.; Wasser- und Dampfturbinen)			Mittleres Anlaufmoment (z.B. Kurzschlussläufermotoren; Gleichstrommotoren mit Doppelschlusswicklung; Verbrennungsmotoren 4 bis 6 Zyl.)			Hohes Anlaufmoment (z.B. Einphasen- und Synchronmotoren; Drehstrom-Bremsmotoren; Verbrennungsmotoren bis 4 Zyl.; Hydraulikmotoren)		
	Tägliche Betriebsdauer in Stunden								
Getriebene Maschinen	bis 10h	10...16h	> 10h	bis 10h	10...16h	> 10h	bis 10h	10...16h	> 10h
Rührwerke									
flüssig	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
halbflüssig	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Masch.f. Ziegelei- und Tonindustrie									
Bohr- und Mischmaschinen	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Kornmaschinen und Lehmöhlen	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Kompressoren									
Kolbenkompressoren	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Zentrifugalkompressoren	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	1,9	1,6	1,8	2,0
Förderanlagen									
Bänder für leichtes Gut	1,1	1,3	1,5	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7
Bänder für Erz, Kohle, Sand	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Plattenbänder, Brecher, Elevatoren	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Schleuder- und Schraubenförderer	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Ventilatoren									
Exhaustoren, Zentrifugalgebläse	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Schraubengebläse, Grubenlüfter	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Wäschereimaschinen									
Extraktoren allgemein	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Waschmaschinen	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Werkzeugmaschinen									
Dreh-, Schraubenmaschine	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Bohrmaschine, Schleifmaschine	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Walzmaschine, Hobelmaschine	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Maschinen für Papierindustrie									
Rührwerke, Kalandrier	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Pumpen, Holzschleifer, Holländer	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Pumpen									
Zentrifugal-, Zahnradpumpen	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Rotations-, Ölleitungspumpen	1,7	1,9	2,1	1,9	2,1	2,3	2,1	2,3	2,5
Siebmaschinen									
Vibration (Schütteln)	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	-	-	-
Trommeln, auch konische	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Textilmaschinen									
Webstühle, Spinnmaschinen	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Zettel-, Spulmaschinen	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Holzbearbeitung									
Drehbänke, Bandsägen	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7	-	-	-
Schlichthobel, Kreissägen, Hobel	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Sonstige									
Bäckerei-, Teigmaschinen	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Zentrifugen	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1	-	-	-
Generatoren, Erregermotoren	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Hammer- Mühlen	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,0	1,9	2,1	2,3
Hebezeuge, Aufzüge	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Wellenstränge	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Mühlen, Kugel-, Kiesmühlen	-	-	-	1,9	2,1	2,3	2,1	2,3	2,5
Graphische Maschinen	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Maschinen der Gummiindustrie	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Sägewerkmaschinen	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,4

Ermittlung der vorläufigen Berechnungsleistung $P_{B \text{ vorl}}$

$$P_{B \text{ vorl}} = P \cdot c_2$$

P = zu übertragende Leistung gemäß Aufgabenstellung

c_2 = Belastungsfaktor, s. Tabelle oben

Festlegung der Zahnteilung

gemäß Diagramm rechts

n_1 = Drehzahl der kleinen Scheibe

ins Langsame: n_1 = Antriebsdrehzahl

ins Schnelle: n_1 = Abtriebsdrehzahl

Berechnungsleistung: hier wird zunächst die vorläufige Berechnungsleistung $P_{B \text{ vorl}}$ eingesetzt (s. oben)

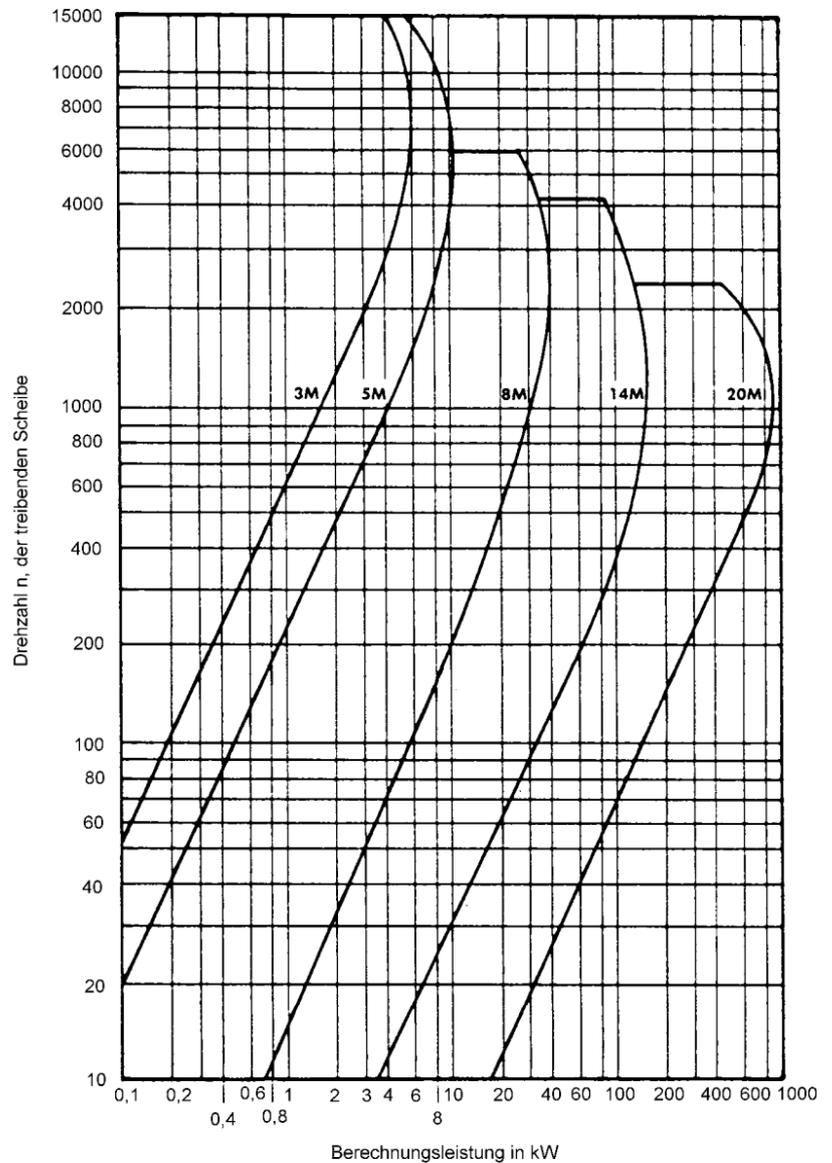
3M \Rightarrow Teilung 3 mm

5M \Rightarrow Teilung 5 mm

8M \Rightarrow Teilung 8 mm

14M \Rightarrow Teilung 14 mm

20M \Rightarrow Teilung 20 mm



Festlegung der Zähnezahlen und Wirkdurchmesser der Scheiben und der Zahnriemenbreite

- Tabelle für die ermittelte Teilung auswählen, Tabellen s. unten
- Zähnezahl z_1 der kleinen Scheibe wählen, Bereich gemäß Tabelle beachten, zugehöriger Wirkdurchmesser s. Tabelle
- Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen aus Tabelle ermitteln für Drehzahl n_1 der kleinen Scheibe und gewählte Zähnezahl z_1 der kleinen Scheibe

- Faktor $c_{4 \text{ vorl}}$ berechnen:

$$c_{4 \text{ vorl}} = \frac{P_{B \text{ vorl}}}{P_{25}}$$

- Riemenbreite so wählen, dass gilt: $c_4 \geq c_{4 \text{ vorl}}$



– Wirkdurchmesser und Zähnezah der großen Scheibe bestimmen

Breitenfaktor c_4 für die Teilung 3 mm und 5 mm

Riemenbreite in mm	6	8	9	12	15	19	22	25	32	40	50
Breitenfaktor c_4	0,18	0,25	0,29	0,42	0,54	0,72	0,86	1,0	1,32	1,69	2,14

Breitenfaktor c_4 für die Teilung 8 mm und 14 mm

Riemenbreite in mm	10	15	20	25	30	40	55	65	85	100	115
Breitenfaktor c_4	0,35	0,56	0,77	1,00	1,21	1,46	2,19	2,76	3,66	4,32	4,98

Teilung 8 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezah der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]																
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	56	64	72	80
n_1	50,9	56,0	61,1	66,2	71,3	76,3	81,4	86,5	91,6	96,7	101,8	112,0	122,2	142,6	162,9	183,3	203,72
d_1	3	2	2	1	0	9	9	8	7	7	6	5	3	0	7	5	
10	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14
20	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28
50	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70
100	0,19	0,23	0,27	0,21	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,67	0,75	0,91	1,07	1,22	1,38
200	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70	0,77	0,85	0,93	1,01	1,09	1,17	1,32	1,48	1,79	2,10	2,41	2,72
300	0,56	0,68	0,80	0,91	1,03	1,15	1,26	1,38	1,50	1,61	1,73	1,96	2,19	2,66	3,11	3,57	4,03
400	0,74	0,89	1,05	1,21	1,36	1,52	1,67	1,83	1,98	2,13	2,29	2,59	2,90	3,51	4,10	4,72	5,32
500	0,91	1,11	1,30	1,49	1,69	1,88	2,07	2,26	2,46	2,65	2,84	3,22	3,60	4,35	5,10	5,85	6,59
600	1,09	1,32	1,55	1,78	2,01	2,24	2,4	2,70	2,93	3,16	3,38	3,84	4,29	5,18	6,07	6,97	7,84
700	1,26	1,53	1,80	2,06	2,33	2,60	2,86	3,13	3,39	3,66	3,92	4,45	4,97	6,00	7,03	8,07	9,07
800	1,43	1,74	2,04	2,35	2,65	2,95	3,26	3,56	3,86	4,16	4,46	5,05	5,64	6,81	7,97	9,14	10,28
950	1,68	2,04	2,40	2,76	3,12	3,48	3,84	4,19	4,54	4,90	5,25	5,94	6,63	8,00	9,34	10,72	12,03
1000	1,76	2,14	2,52	2,90	3,28	3,65	4,03	4,40	4,77	5,14	5,51	6,24	6,96	8,39	9,79	11,24	12,60
1200	2,09	2,55	3,00	3,45	3,89	4,34	4,78	5,22	5,66	6,10	6,53	7,39	8,24	9,91	11,53	13,58	14,80
1450	2,50	3,04	3,58	4,12	4,65	5,18	5,71	6,23	6,75	7,27	7,78	8,79	9,97	11,72	13,58	15,59	17,35
1600	2,74	3,33	3,92	4,51	5,09	5,67	6,25	6,82	7,38	7,95	8,50	9,60	10,67	12,75	14,72	16,90	18,74
1800	30,5	3,71	4,37	50,3	5,68	6,32	6,96	7,59	8,21	8,83	9,44	10,64	11,81	14,05	16,14	18,54	20,45
2000	3,36	4,09	4,82	5,53	6,24	6,95	7,64	8,33	9,01	9,68	10,34	11,64	12,86	15,26	17,43	20,02	21,94
2200	3,66	4,46	5,25	6,03	6,80	7,56	8,31	9,05	9,78	10,5	11,21	12,59	13,91	16,38	18,57	21,33	23,20
2500	4,10	4,99	5,88	6,74	7,60	8,44	9,27	10,0	10,8	11,6	12,43	13,91	15,30	17,84	19,98	22,94	24,62
2850	4,60	5,59	6,58	7,54	8,49	9,41	10,3	11,2	12,0	12,9	13,72	15,27	16,70	19,19	21,10	24,23	25,45
3000	4,80	5,94	6,87	7,87	8,85	9,81	10,7	11,6	12,5	13,4	14,23	15,79	17,22	19,64	21,39	24,56	25,52
3500	5,88	7,16	8,03	8,90	9,76	10,6	11,4	12,3	13,1	13,9	14,78	16,39	17,94	20,91	23,66	26,15	26,35
4000	7,07	8,16	9,15	10,1	11,1	12,0	13,0	13,9	14,8	15,7	16,69	18,45	20,14	23,29	26,11	27,55	
4500	8,04	9,15	10,2	11,3	12,4	13,4	14,5	15,5	16,5	17,5	18,51	20,39	22,17	25,42	27,18		
5000	8,91	10,1	11,3	12,5	13,6	14,8	15,9	17,0	18,1	19,2	20,22	22,18	24,02	27,05			
5500	9,76	11,0	12,3	13,6	14,9	16,1	17,3	18,5	19,6	20,7	21,82	23,83	25,66				
6000	10,6	12,0	13,4	14,7	16,1	17,4	18,6	19,8	21,0	22,2	23,28	25,30	27,08				

Teilung 14 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezah der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]														
	28	29	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	64	72	80
10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,27	0,32	0,34	0,36	0,41	0,46	0,50
20	0,24	0,25	0,27	0,32	0,36	0,41	0,46	0,50	0,55	0,59	0,68	0,73	0,82	0,91	1,00
40	0,50	0,55	0,59	0,64	0,73	0,82	0,91	0,96	1,10	1,19	1,32	1,42	1,64	1,83	2,05
60	0,73	0,78	0,87	1,00	1,10	1,23	1,37	1,46	1,64	1,83	2,01	2,15	2,47	2,74	3,06
100	1,23	1,32	1,42	1,64	1,87	2,15	2,28	2,42	2,74	3,01	3,29	3,56	4,11	4,61	5,11
200	2,47	2,65	2,88	3,29	3,74	4,25	4,61	4,89	5,43	6,03	6,62	7,17	8,17	9,18	10,23
300	3,33	3,61	3,93	4,52	5,11	5,80	6,26	6,62	7,40	8,17	8,90	9,68	11,23	12,83	14,52
400	4,15	4,52	4,84	5,57	6,35	7,17	7,72	8,17	9,09	10,05	10,96	11,83	13,70	15,62	17,58
500	4,89	5,30	5,71	6,57	7,44	8,40	9,09	9,60	10,64	11,69	12,74	13,74	15,89	17,99	20,18
600	5,57	6,03	6,53	7,49	8,49	9,54	10,27	10,87	12,01	13,20	14,34	15,48	17,81	20,09	22,47
700	6,21	6,72	7,23	8,29	9,41	10,57	11,35	12,01	13,23	14,52	15,75	16,96	19,40	21,75	24,29
800	6,85	7,35	7,94	9,09	10,32	11,60	12,47	13,15	14,47	15,84	17,17	18,45	21,00	23,56	26,12
950	7,60	8,23	8,85	10,17	11,55	12,93	13,87	14,59	16,02	17,50	18,94	20,28	22,92	25,57	28,17
1000	7,94	8,54	9,18	10,55	11,92	13,38	14,34	15,07	16,57	18,04	19,45	20,82	23,52	26,12	28,68
1200	8,90	9,59	10,32	11,78	13,29	14,89	15,94	16,76	18,31	19,86	21,32	22,69	25,39	27,90	30,27
1450	9,99	10,70	11,47	13,11	14,79	16,50	17,66	18,49	20,00	21,69	23,10	24,41	26,86	29,09	30,86
1600	10,55	11,32	12,15	13,84	15,57	17,35	18,54	19,36	20,96	22,51	23,88	25,11	27,40	29,18	30,55
1800	11,23	12,01	12,90	14,70	16,48	18,34	19,54	20,36	21,92	23,36	24,61	25,70	27,49	28,73	29,27
2000	11,83	12,69	13,56	16,39	17,21	19,13	20,32	21,10	22,56	23,88	24,98	25,80	27,03	27,40	26,94
2200	12,74	13,24	14,11	15,98	17,85	19,82	20,96	21,64	22,97	24,11	24,93	25,53	25,94	25,34	
2400	13,74	14,16	14,61	16,44	18,36	20,27	21,37	22,00	23,15	24,00	24,57	24,75	24,25		
2600	14,75	15,16	15,57	16,80	18,68	20,59	21,51	22,15	23,06	23,61	23,79	23,52	22,28		
2850	15,82	16,37	16,76	17,62	18,85	20,73	21,54	22,09	22,56	22,45	22,42	22,42			
3000	16,65	17,12	17,54	18,40	19,02	20,82	21,60	21,83	22,10	22,33	22,46	22,19			
3500	18,54	19,00	19,41	20,18	20,87	21,42	21,87	22,24	22,42	22,42	22,19				
4000	20,18	20,59	20,91	21,60	22,05	22,33	22,47	22,42	22,19						

Wirkdurchmesser und Zähnezah der großen Scheibe bestimmen:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow d_{wg} = i \cdot d_{wk} \Rightarrow z_2 = i \cdot z_1$$

z_2 muss ganzzahlig sein, Lieferprogramm beachten

Ermittlung des Achsabstandes und der Wirklänge des Riemen

- Bestimmung des vorläufigen Achsabstandes
- Bestimmung der vorläufigen Wirklänge des Riemen
- Auswahl eines Riemen
- Berechnung des endgültigen Achsabstandes

Bestimmung des vorläufigen Achsabstandes:

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

Bestimmung der vorläufigen Wirklänge des Riemen

$$l_w^* = 2 \cdot e^* + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e^*}$$

Auswahl eines Riemens und Festlegung der endgültigen Wirklänge gemäß Lieferprogramm (s. Tabelle)

Profil 3 M, Teilung 3 mm Breite 9 mm oder 15 mm				Profil 5 M, Teilung 5 mm Breite 9 mm oder 15 mm				Profil 8 M, Teilung 8 mm Breite 20 mm oder 30 mm		Profil 14 M, Teil. 14 mm Breite 40 mm oder 55 mm	
Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl
111	37	447	149	330	66	1270	254	480	60	966	69
144	48	474	158	350	70	1420	284	560	70	1190	85
150	50	486	162	375	75	1500	300	600	75	1400	100
159	53	501	167	400	80	1595	319	640	80	1610	115
168	56	513	171	425	85	1790	358	656	82	1778	127
177	59	531	177	450	90	1800	360	720	90	1890	135
201	67	537	179	500	100	1870	374	800	100	2100	150
210	70	564	188	535	107	1895	379	880	110	2310	165
213	71	597	199	565	113	2000	400	960	120	2450	175
216	72	606	202	600	120	2525	505	1040	130	2590	185
225	75	633	211	615	123			1120	140	2800	200
252	84	669	223	635	127			1200	150	3150	225
255	85	711	237	665	133			1280	160	3500	250
267	89	882	294	710	142			1360	170	3850	275
285	95	945	315	740	148			1440	180	4326	309
300	100	1062	354	755	151			1600	200		
312	104	1125	375	800	160			1760	220		
318	106	1263	421	835	167			1800	225		
336	112	1500	500	890	178			2000	250		
339	113	1530	510	925	185			2400	300		
363	121	1569	523	950	190			2800	350		
384	128			1000	200						
390	130			1050	210						
420	140			1125	225						

Berechnung des endgültigen Achsabstandes

$$e = p + \sqrt{p^2 - q}$$

mit $p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$ und $q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$

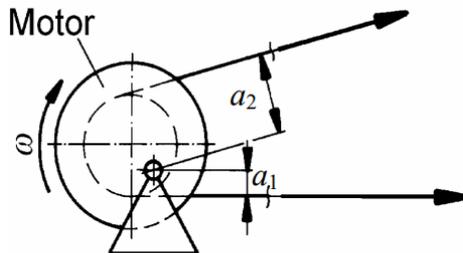
Kontrolle und Korrektur der Teilung und der Riemenbreite

- Ermittlung des Zahneingriffsfaktors c_1
- Belastungsfaktors c_2 s. oben
- Übersetzungsfaktors c_3
- Riemenlängenkorrekturfaktor c_5
- Endgültige Berechnungsleistung P_B
- Ggf. Korrektur

Übungsaufgabe RK 004

E-RK Gegeben ist die im Folgenden dargestellte Anordnung zur Vorspannung eines Schmalkeilriementriebes.

Es ist ein Drehmoment $T_{\text{an}} = 50 \text{ Nm}$ zu übertragen. Weiterhin sind folgende Werte gegeben:



Wirkdurchmesser der Riemenscheibe	$d_w = 200 \text{ mm}$
Umschlingungswinkel	$\beta = 170^\circ$
Reibwert (zwischen Flanke Riemen und Riemenscheibe)	$\mu_G = 0,6$
Keilwinkel	$\alpha = 36^\circ$

E-RK 1 Stellen Sie die Trumkräfte und die Achskraft als Funktion des übertragbaren Drehmomentes dar.

E-RK 2 Wie groß müssen die Trumkräfte F_1 und F_2 sein, damit der Riemen gerade nicht durchrutscht?

E-RK 3 Wie müssen die Abmessungen a_1 und a_2 gewählt werden, damit der Riemen gerade nicht durchrutscht?

Übungsaufgabe RK 005

- E-RK1** Warum wird bei der Berechnung von Flachriemengetrieben der Gleitreibwert eingesetzt (und nicht der Haftreibwert)? Beschreiben Sie den Effekt, der dieses bedingt, ggf. anhand einer Skizze.
- E-RK2** Im Gegensatz zu evolventenverzahnten Stirnradgetrieben gibt es bei Kettenrädern keine Grenzzähnezahl. Dennoch sollte die Zähnezahl nicht zu klein werden. Welche Effekte treten bei kleinen Zähnezahlen auf? Beschreiben Sie die Effekte kurz, ggf. anhand einer Skizze.

Übungsaufgabe RK 006

Ein Antriebsmotor treibt über einen Flachriemen zwei Arbeitsmaschinen an. Es sind folgende Daten bekannt:

Antrieb:

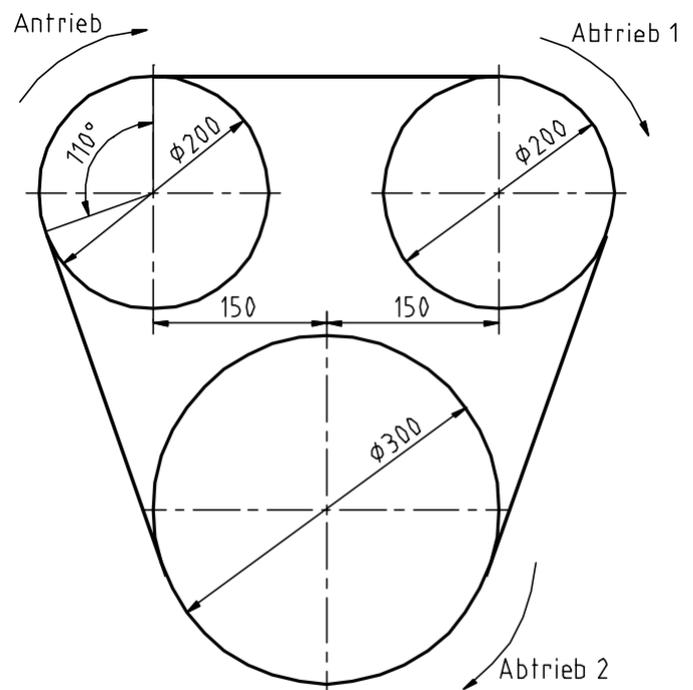
- Umschlingungswinkel $\beta_1 = 110^\circ$
 Wirkdurchmesser $d_1 = 200 \text{ mm}$
 Drehzahl $n_1 = 3000 \text{ 1/min}$
 Leistung $P_1 = 50 \text{ kW}$
 Gleitreibbeiwert $\mu_1 = 0,5$

Abtrieb 1:

- Wirkdurchmesser $d_2 = 200 \text{ mm}$

Abtrieb 2:

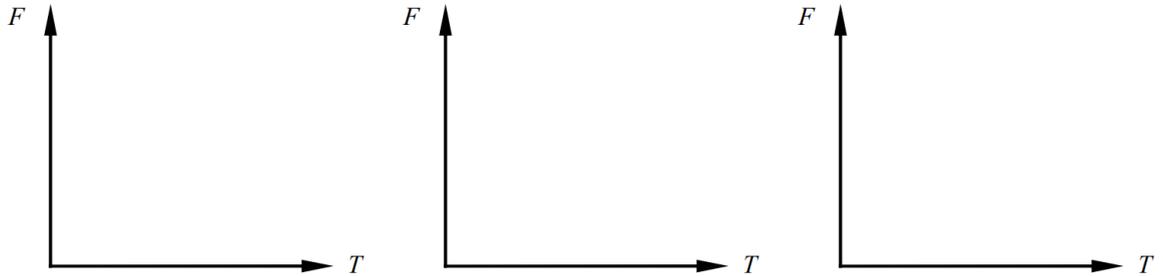
- Wirkdurchmesser $d_3 = 300 \text{ mm}$



- E-RK 1** Mit welcher Vorspannkraft (Kraft pro Trum) muss der Riemen mindestens vorgespannt werden, damit er an der Antriebsscheibe nicht durchrutscht?
- E-RK 2** Wie groß sind die Umschlingungswinkel an den beiden Abtriebsscheiben?
- E-RK 3** Die Antriebsleistung von $P_1 = 50 \text{ kW}$ verteilt sich zu gleichen Teilen auf beide Abtriebe. Wie groß ist das jeweilige Abtriebsmoment? Wie groß muss der Gleitreibbeiwert mindestens sein, damit der Riemen an keiner der beiden Abtriebsscheiben durchrutscht? (Falls Sie Aufgabenteil 1 nicht gelöst haben, gehen Sie von einer Vorspannkraft von $F_v = 2000 \text{ N}$ pro Trum aus.)

Übungsaufgabe RK 007

E-RK 1 Nennen und skizzieren Sie drei Prinzipien der Riemenvorspannung an Riemengetrieben, und tragen Sie jeweils qualitativ die Kennlinien der Achskraft F_a sowie der Trumkräfte F_1 und F_2 als Funktion des Antriebsmomentes T in das vorbereitete Diagramm ein.



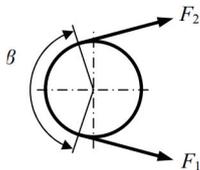
E-RK 2 Nennen Sie drei Riemenarten und geben Sie jeweils einen typischen Anwendungsfall an.

E-RK 3 Vergleichen Sie reibschlüssige Riemengetriebe mit Zahnradgetrieben und geben Sie die Vor- und Nachteile der Riemengetriebe an.

Vorteile:

Nachteile:

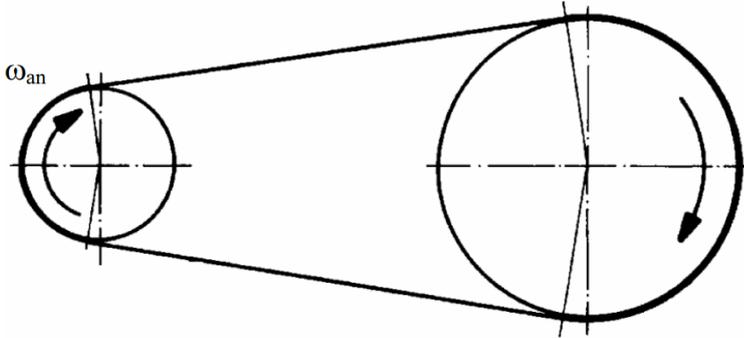
E-RK 4 Berechnen Sie die an der Riemenscheibe übertragbare Leistung.



Drehzahl	$n = 3000 \text{ min}^{-1}$
Reibungsbeiwert	$\mu_G = 0,5$
Umschlingungswinkel	$\beta = 120^\circ$
Wirkdurchmesser	$d_K = 200 \text{ mm}$
Trumkraft	$F_2 = 100 \text{ N}$

Übungsaufgabe RK 008

E-RK Für den Antrieb einer zu entwickelnden Maschine (**schwere Antriebsmaschine und schwere Lastmaschine, tägliche Betriebsdauer 8 h, Übersetzung ins Langsame**) ist folgender einfacher Keilriementrieb vorgesehen. Es existieren zwei Keilriemenscheiben (1x groß, 1x klein), welche **zwei SPA-Riemen** aufnehmen können. Die weiteren Daten sind nachfolgend aufgeführt.



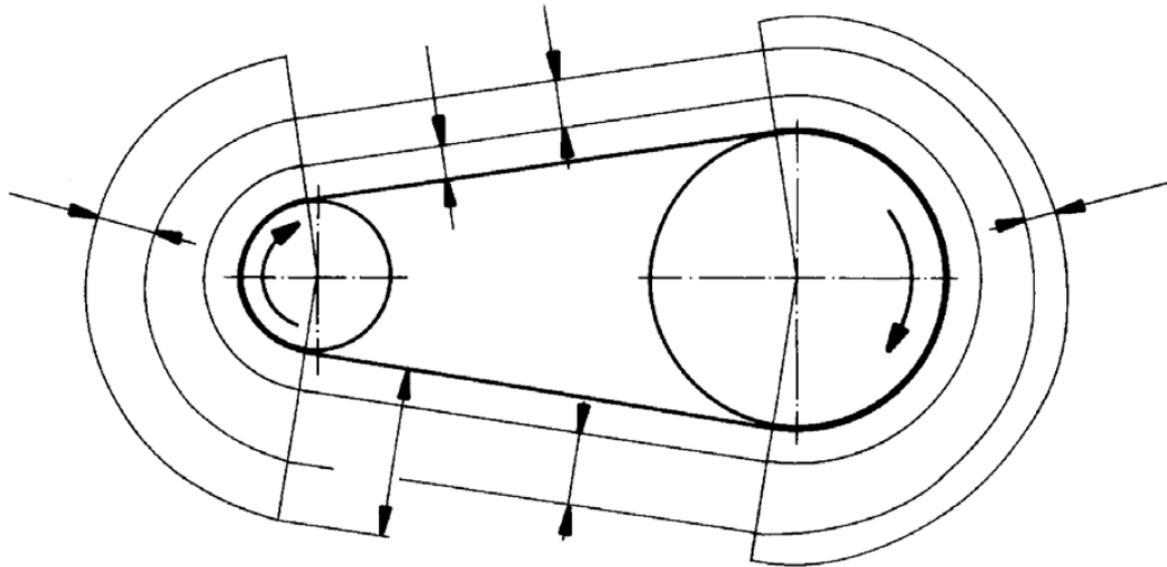
Wirkdurchmesser der kleinen Riemenscheibe	$d_{wk} = 200 \text{ mm}$
Wirkdurchmesser der großen Riemenscheibe	$d_{wg} = 300 \text{ mm}$
Achsabstand	$e = 650 \text{ mm}$
Drehzahl der kleinen Riemenscheibe	$n_k = 4000 \text{ 1/min}$
scheinbarer Reibwert	$\mu'_G = 1,8$

E-RK 1 Berechnen Sie die Leistung P (nach DIN 7753), die der Riementrieb im Dauerbetrieb maximal übertragen kann. Markieren Sie die gewählten Tabellenwerte. Eine Interpolation ist nicht erforderlich – runden Sie die erhaltenen Werte.

E-RK 2 Wie groß muss die Vorspannkraft F_V gewählt werden, damit der Riementrieb eine Leistung $P = 18 \text{ kW}$ übertragen kann?

E-RK 3 Benennen Sie die in einem Keilriemen während des Betriebs auftretenden Spannungen und tragen Sie diese in die folgende Skizze ein.

An welcher Stelle ist die Gesamtspannung maximal?
Markieren Sie die entsprechende Stelle in der Skizze.



Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

Arbeits- Maschinen	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Arbeitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Arbeitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr schwere Arbeitsmasch.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

$$l_w = 2 \cdot e + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e}$$

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}$$

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungs- winkel β_k	Winkelfaktor c_1
0	180°	1
0,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73

SPZ	l_w	630	710	800	900	1000	1120
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,93
	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
SPA	c_3	0,94	0,96	1	1,01	1,02	1,05
	l_w	2500	2800	3150	3550		
	c_3	1,07	1,09	1,11	1,13		
SPB	l_w	800	900	1000	1120	1250	1400
	c_3	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
SPC	c_3	0,93	0,95	0,96	0,98	1	1,02
	l_w	3150	3550	4000	4500		
	c_3	1,04	1,06	1,08	1,09		
SPB	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
	l_w	2500	2800	3150	3550	4000	4500
SPC	c_3	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04
	l_w	5000	5600	6300	7100	8000	
	c_3	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	
SPC	l_w	2240	2500	2800	3150	3550	4000
	c_3	0,83	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94
	l_w	4500	5000	5600	6300	7100	8000
19	c_3	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06
	l_w	9000	10000	11200	12500		
	c_3	1,08	1,10	1,12	1,14		
19	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
	c_3	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94
	l_w	3150	3550	4000	4500	5000	5600
19	c_3	0,96	0,97	0,98	1	1,03	1,05
	l_w	6300	7100	8000	9000	10000	
	c_3	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	



d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																	
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000
		Nennleistung P_N in kW (SPA)																	
90	1	0,43	0,75	1,17	1,30	1,48	1,76	2,02	2,16	2,49	2,77	3,00	3,16	3,26	3,29	3,24	3,07	2,77	2,34
	1,05	0,45	0,80	1,25	1,39	1,59	1,90	2,18	2,34	2,72	3,05	3,32	3,53	3,67	3,76	3,76	3,64	3,40	3,03
	1,2	0,47	0,85	1,34	1,49	1,70	2,04	2,35	2,53	2,96	3,33	3,64	3,90	4,09	4,22	4,28	4,22	4,04	3,72
	1,5	0,50	0,89	1,42	1,58	1,81	2,18	2,52	2,71	3,19	3,60	3,96	4,27	4,50	4,68	4,80	4,80	4,67	4,41
	≥ 3	0,52	0,94	1,50	1,67	1,92	2,32	2,69	2,90	3,42	3,88	4,29	4,83	4,92	5,14	5,32	5,37	5,31	5,10
100	1	0,53	0,94	1,49	1,65	1,89	2,27	2,61	2,80	3,27	3,67	3,99	4,25	4,42	4,50	4,48	4,31	3,97	3,46
	1,05	0,55	0,99	1,57	1,75	2,00	2,41	2,78	2,99	3,50	3,94	4,32	4,61	4,83	4,96	5,00	4,89	4,61	4,15
	1,2	0,57	1,03	1,65	1,84	2,11	2,54	2,95	3,17	3,73	4,22	4,64	4,98	5,25	5,43	5,52	5,46	5,24	4,84
	1,5	0,60	1,08	1,73	1,93	2,22	2,68	3,11	3,36	3,96	4,50	4,96	5,35	5,66	5,89	6,04	6,04	5,88	5,53
	≥ 3	0,62	1,131	1,81	2,02	2,33	2,82	3,28	3,54	4,19	4,78	5,29	5,72	6,08	6,35	6,56	6,62	6,51	6,22
112	1	0,64	1,18	1,86	2,07	2,38	2,86	3,31	3,57	4,18	4,71	5,15	5,49	5,72	5,85	5,83	5,61	5,16	4,47
	1,05	0,67	1,21	1,94	2,16	2,49	3,00	3,48	3,75	4,41	4,99	5,47	5,86	6,14	6,31	6,35	6,18	5,80	5,17
	1,2	0,69	1,26	2,02	2,26	2,60	3,14	3,65	3,94	4,64	5,27	5,79	6,23	6,55	6,77	6,87	6,76	6,43	5,86
	1,5	0,71	1,30	2,10	2,35	2,71	3,28	3,82	4,12	4,87	5,54	6,12	6,60	6,97	7,23	7,39	7,34	7,06	6,55
	≥ 3	0,74	1,35	2,18	2,44	2,82	3,42	3,98	4,30	5,11	5,82	6,44	6,96	7,38	7,69	7,91	7,91	7,70	7,24
125	1	0,77	1,40	2,25	2,52	2,90	3,50	4,06	4,38	5,15	5,80	6,34	6,76	7,03	7,16	7,09	6,75	6,11	5,14
	1,05	0,79	1,45	2,33	2,61	3,01	3,64	4,23	4,56	5,38	6,08	6,67	7,13	7,45	7,62	7,61	7,33	6,74	5,83
	1,2	0,82	1,50	2,42	2,70	3,12	3,78	4,40	4,75	5,61	6,36	6,99	7,49	7,86	8,08	8,13	7,90	7,37	6,52
	1,5	0,84	1,54	2,50	2,80	3,23	3,92	4,56	4,93	5,84	6,63	7,31	7,86	8,28	8,54	8,65	8,48	8,01	7,21
	≥ 3	0,86	1,59	2,58	2,89	3,34	4,06	4,73	5,12	6,07	6,91	7,63	8,23	8,69	9,01	9,17	9,06	8,64	7,91
140	1	0,92	1,68	2,71	3,03	3,49	4,23	4,91	5,29	6,22	7,01	7,64	8,11	8,39	8,48	8,27	7,69	6,71	5,28
	1,05	0,94	1,72	2,79	3,12	3,60	4,37	5,07	5,48	6,45	7,29	7,97	8,48	8,81	8,94	8,79	8,27	7,34	5,97
	1,2	0,96	1,77	2,87	3,21	3,71	4,50	5,24	5,66	6,68	7,56	8,29	8,85	9,22	9,40	9,31	8,85	7,98	6,66
	1,5	0,99	1,82	2,95	3,31	3,82	4,64	5,41	5,84	6,91	7,84	8,61	9,22	9,64	9,86	9,83	9,42	8,61	7,35
	> 3	1,01	1,86	3,03	3,40	3,93	4,78	5,58	6,03	7,14	8,12	8,94	9,59	10,05	10,32	10,35	10,00	9,25	8,05
160	1	1,11	2,04	3,30	3,70	4,27	5,17	6,01	6,47	7,60	8,53	9,24	9,72	9,94	9,87	9,34	8,28	6,62	4,31
	1,05	1,13	2,08	3,38	3,79	4,38	5,31	6,17	6,66	7,83	8,80	9,57	10,09	10,35	10,33	9,86	8,85	7,25	5,00
	1,2	1,15	2,13	3,46	3,88	4,49	5,45	6,34	6,84	8,06	9,08	9,89	10,46	10,77	10,79	10,38	9,43	7,88	5,70
	1,5	1,18	2,18	3,55	3,98	4,60	5,59	6,51	7,03	8,29	9,36	10,21	10,83	11,18	11,25	10,90	10,01	8,25	6,39
	≥ 3	1,20	2,22	3,63	4,07	4,71	5,73	6,68	7,21	8,52	9,63	10,53	11,20	11,60	11,72	11,42	10,58	9,15	7,08
180	1	1,30	2,39	3,89	4,36	5,04	6,10	7,07	7,62	8,90	9,93	10,67	11,09	11,15	10,81	9,78	7,99	5,38	1,88
	1,05	1,32	2,44	3,97	4,45	5,15	6,23	7,24	7,80	9,13	10,21	11,00	11,46	11,56	11,27	10,29	8,57	6,02	2,57
	1,2	1,34	2,49	4,05	4,54	5,25	6,37	7,41	7,99	9,37	10,49	11,32	11,83	11,98	11,73	10,81	9,15	6,65	3,26
	1,5	1,37	2,53	4,13	4,64	5,36	6,51	7,57	8,17	9,60	10,76	11,64	12,20	12,39	12,19	11,33	9,72	7,29	3,95
	≥ 3	1,39	2,58	4,21	4,73	5,47	6,65	7,74	8,35	9,83	11,04	11,96	12,56	12,81	12,65	11,85	10,30	7,92	4,64
200	1	1,49	2,75	4,47	5,01	5,79	7,00	8,10	8,72	10,13	11,22	11,92	12,19	11,98	11,25	9,50	6,75	2,89	
	1,05	1,51	2,79	4,55	5,10	5,89	7,14	8,27	8,90	10,37	11,49	12,24	12,56	12,40	11,71	10,02	7,33	3,52	
	1,2	1,53	2,84	4,63	5,19	6,00	7,27	8,44	9,08	10,60	11,77	12,56	12,93	12,81	12,17	10,54	7,91	4,16	
	1,5	1,55	2,89	4,71	5,29	6,11	7,41	8,61	9,27	10,83	12,05	12,89	13,30	13,23	12,63	11,06	8,48	4,79	
	≥ 3	1,58	2,93	4,79	5,38	6,22	7,55	8,77	9,45	11,06	12,32	13,21	13,67	13,64	13,09	11,58	9,06	5,43	
224	1	1,71	3,17	5,16	5,77	6,67	8,05	9,30	9,97	11,51	12,59	13,15	13,13	12,45	11,04	8,15	3,87		
	1,05	1,73	3,21	5,24	5,87	6,78	8,19	9,46	10,16	11,74	12,86	13,47	13,49	12,86	11,50	8,67	4,44		
	1,2	1,75	3,26	5,32	5,96	6,89	8,33	9,63	10,34	11,97	13,14	13,79	13,86	13,28	11,96	9,19	5,02		
	1,5	1,78	3,30	5,40	6,05	6,99	8,46	9,80	10,53	12,20	13,42	14,12	14,23	13,69	12,42	9,17	5,60		
	≥ 3	1,80	3,35	5,48	6,14	7,10	8,60	9,96	10,71	12,43	13,69	14,44	14,60	14,11	12,89	10,23	6,17		
250	1	1,95	3,62	5,88	6,59	7,60	9,15	10,53	11,26	12,85	13,84	14,13	13,62	12,22	9,83	5,29			
	1,05	1,97	3,66	5,97	6,68	7,71	9,29	10,69	11,44	13,08	14,12	14,45	13,99	12,64	10,29	5,81			
	1,2	1,99	3,71	6,05	6,77	7,82	9,43	10,86	11,63	13,31	14,39	14,77	14,36	13,05	10,75	6,33			
	1,5	2,02	3,75	6,13	6,87	7,93	9,56	11,03	11,81	13,54	14,67	15,10	14,73	13,47	11,21	6,85			
	≥ 3	2,04	3,80	6,21	6,96	8,04	9,70	11,19	12,00	13,77	14,95	15,42	15,10	13,88	11,67	7,36			
v in $\text{m/s} \approx$		5	10	15	20	25	30	35	40										
Scheibenwerkstoff		normal								hochfest									
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet								dynamisch ausgewuchtet									

Übungsaufgabe RK 009

Die Lichtmaschine eines Pkws soll mit Hilfe eines Schmalkeilriemens angetrieben werden. Die Leistung der Lichtmaschine beträgt im Nennbetriebspunkt $P_{Nenn} = 1,6 \text{ kW}$ bei $n_{Nenn} = 1.500 \text{ min}^{-1}$. Bei der Motorleerlaufdrehzahl des Pkws von $n_{Leer} = 800 \text{ min}^{-1}$ soll die Lichtmaschine bereits im Nennbetriebspunkt betrieben werden. Wählen sie einen für diese Aufgabe geeigneten Schmalkeilriemen aus. **Anmerkung:** Markieren Sie sämtliche Werte, die aus Tabellen entnommen werden!

E-RK 1 Welche Übersetzung i ist zu realisieren?

E-RK 2 Ermitteln Sie den Betriebsfaktor c_2 ! **Anmerkung:** Es ist von einer eher leichten Antriebs- und Arbeitsmaschine auszugehen!

E-RK 3 Markieren Sie den Betriebspunkt der kleinen Scheibe, der sich aus der zu übertragenden Leistung und der Drehzahl der kleinen Scheibe n_k ergibt und legen Sie dann ein Riemenprofil fest!

E-RK 4 Legen Sie den Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe d_{wk} fest, wobei er so klein wie möglich zu wählen ist! Geben Sie auch die Nennleistung P_N für das Profil an! **Anmerkung:** Eine Interpolation von Tabellenwerten ist nicht erforderlich!

E-RK 5 Geben Sie den Wirkdurchmesser der großen Scheibe d_{wg} an!

E-RK 6 Ermitteln Sie die Anzahl z der Riemen! Anmerkung: Als vorläufige Wirklänge des Riemens haben Sie $l_w^* = 621,28 \text{ mm}$ berechnet und für den endgültigen Achsabstand e kann ein Wert von $168,85 \text{ mm}$ angegeben werden!

Auszüge aus dem Skript Maschinenelemente III, Riemen und Ketten, E III-12.13, -12.14 und -12.16:

Vorgehensweise nach DIN 7753:

1. Betriebsfaktor c_2 ermitteln, abhängig von:

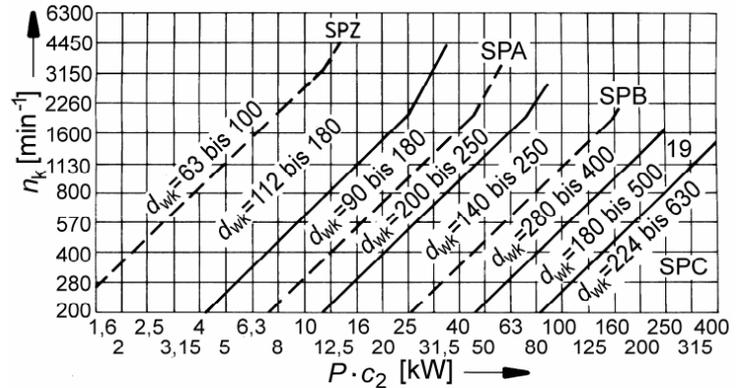
- Antriebsmaschine
- Arbeitsmaschine
- täglicher Betriebsdauer

	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
Arbeits-Maschinen	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Arbeitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Arbeitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr schwere Arbeitsmasch.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

/1/

2. Riemenprofil und Bereich des kleinen Scheibendurchmessers ermitteln, abhängig von:

- Leistung $P \cdot c_2$ (c_2 s. o.)
- Drehzahl der kleinen Scheibe n_k



3. Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe d_{wk} exakt festlegen (Lieferprogramm des Herstellers bzw. DIN 2211 (s. Tabellen nächste Seiten, linke Spalten)

4. Wirkdurchmesser der großen Scheibe

$$d_{wg} \approx i \cdot d_{wk} \quad \text{bzw. etwas genauer:}$$

$$d_{wg} \approx \frac{i}{1,015} \cdot d_{wk} \quad (\text{kleine Scheibe treibend})$$

$$d_{wg} \approx \frac{1,015}{i} \cdot d_{wk} \quad (\text{große Scheibe treibend})$$

($i = \omega_{an} / \omega_{ab}$. Die getriebene Scheibe ("an") verliert immer an Drehzahl \Rightarrow etwas kleiner machen als nach der eingerahmten Formel.)

Falls möglich, Durchmesser nach DIN 2211 bzw. nach Lieferprogramm verwenden.

5. Vorläufiger Achsabstand

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) \quad (\text{soweit nicht anders festgelegt})$$

6. Vorläufige Wirklänge des Riemens

$$l_w^* = 2 \cdot e^* + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e^*}$$

7. Endgültige Wirklänge l_w wählen ($l_w \approx l_w^*$) nach Tabelle rechts

8. Endgültiger Achsabstand $e = p + \sqrt{p^2 - q}$ mit

SPZ	l_w	630	710	800	900	1000	1120
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,93
	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
SPA	c_3	0,94	0,96	1	1,01	1,02	1,05
	l_w	2500	2800	3150	3550		
	c_3	1,07	1,09	1,11	1,13		
SPB	l_w	800	900	1000	1120	1250	1400
	c_3	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
SPC	c_3	0,93	0,95	0,96	0,98	1	1,02
	l_w	3150	3550	4000	4500		
	c_3	1,04	1,06	1,08	1,09		
19	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
	l_w	2500	2800	3150	3550	4000	4500
19	c_3	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04
	l_w	5000	5600	6300	7100	8000	
	c_3	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	
19	l_w	2240	2500	2800	3150	3550	4000
	c_3	0,83	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94
	l_w	4500	5000	5600	6300	7100	8000
19	c_3	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06
	l_w	9000	10000	11200	12500		
	c_3	1,08	1,10	1,12	1,14		
19	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
	c_3	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94
	l_w	3150	3550	4000	4500	5000	5600
19	c_3	0,96	0,97	0,98	1	1,03	1,05
	l_w	6300	7100	8000	9000	10000	
	c_3	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	

$$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

$$q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$$

9. Notwendige Verstellwege

- zum Nachspannen $x \geq 0,03 \cdot l_w$
- zum Montieren $y \geq 0,015 \cdot l_w$

10. Riemengeschwindigkeit

$$v = \frac{d_{wk} \cdot n_k}{19.100} = \frac{d_{wg} \cdot n_g}{19.100}$$

11. Nennleistung pro Riemen P_n ermitteln (s. Tabellen nächste Seiten), abhängig von

- Scheibendurchmesser d_{wk}
- Übersetzungsverhältnis i (kleine Scheibe treibend) bzw. $1/i$ (große Scheibe treibend)
- Drehzahl n_k

12. Winkelfaktor c_1 (und ggf. Umschlingungswinkel β_k) ermitteln,

abhängig von $\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$ s. rechts

exakt: $\beta_k = 2 \cdot \arccos \frac{d_{wg} - d_{wk}}{2 \cdot e}$

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungswinkel β_k	Winkelfaktor c_1
0	180°	1
1,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73
1,45	90°	0,68

13. Längenfaktor c_3 ermitteln (Tabelle siehe Berechnungsschritt 7), abhängig von

- gewähltem Riemenprofil
- Wirklänge l_w

14. Anzahl z der Riemen festlegen

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}$$

Wenn $z \gg 1$ oder $z \ll 1$ Rechnung ab Schritt 2 mit anderem Riemenprofil wiederholen. (Größtes Schmalkeilriemenprofil "Profil 19" siehe Normblatt)

Maßangaben zu den Profilen

	Riemenprofil - Kurzzeichen	Obere Riemenbreite $b_o \approx$	Wirkbreite (Nennmaß) b_w	Riemenhöhe $h \approx$	Richtdurchmesser der zugehörigen kleinsten zulässigen Scheiben nach DIN 2211 Teil 1 $d_{r \min}$
ummantelt	SPZ	9,7	8,5	8	63
flankenoffen gezahnt ¹⁾	XPZ	9,7	8,5	8	50
ummantelt	SPA	12,7	11,0	10	90
flankenoffen gezahnt ¹⁾	XPA	12,7	11,0	9	63
ummantelt	SPB	16,3	14,0	13	140
flankenoffen gezahnt ¹⁾	XPB	16,3	14,0	13	100
ummantelt	SPC	22,0	19,0	18	224
flankenoffen gezahnt ¹⁾	XPC	22,0	19,0	18	160

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																							
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000						
		Nennleistung P_N in kW																							
63	1	0,20	0,35	0,54	0,60	0,68	0,81	0,93	1,00	1,17	1,32	1,45	1,56	1,66	1,74	1,81	1,85	1,87	1,85						
	1,05	0,21	0,37	0,58	0,64	0,73	0,88	1,01	1,09	1,27	1,44	1,59	1,73	1,84	1,94	2,04	2,11	2,15	2,16						
	1,2	0,22	0,39	0,61	0,68	0,78	0,94	1,08	1,17	1,38	1,57	1,74	1,89	2,03	2,15	2,27	2,37	2,43	2,47						
	1,5	0,23	0,41	0,65	0,72	0,83	1,00	1,16	1,25	1,48	1,69	1,88	2,06	2,21	2,35	2,50	2,63	2,72	2,77						
	≥ 3	0,24	0,43	0,68	0,76	0,88	1,06	1,23	1,33	1,58	1,81	2,03	2,22	2,40	2,56	2,74	2,88	3,00	3,08						
71	1	0,25	0,44	0,70	0,78	0,90	1,08	1,25	1,35	1,59	1,81	2,00	2,18	2,33	2,46	2,59	2,68	2,73	2,74						
	1,05	0,26	0,46	0,74	0,82	0,95	1,14	1,32	1,43	1,69	1,93	2,15	2,34	2,51	2,67	2,82	2,94	3,02	3,05						
	1,2	0,27	0,49	0,77	0,87	1,00	1,20	1,40	1,51	1,79	2,05	2,29	2,51	2,70	2,87	3,05	3,20	3,30	3,36						
	1,5	0,28	0,51	0,81	0,91	1,04	1,26	1,47	1,59	1,90	2,18	2,43	2,67	2,88	3,08	3,28	3,45	3,58	3,67						
	≥ 3	0,29	0,53	0,85	0,95	1,09	1,33	1,55	1,68	2,00	2,30	2,58	2,83	3,07	3,28	3,51	3,71	3,86	3,98						
80	1	0,31	0,55	0,88	0,99	1,14	1,38	1,60	1,73	2,05	2,34	2,61	2,85	3,06	3,24	3,42	3,56	3,64	3,66						
	1,05	0,32	0,57	0,92	1,03	1,19	1,44	1,67	1,81	2,15	2,47	2,75	3,01	3,24	3,45	3,65	3,81	3,92	3,97						
	1,2	0,33	0,59	0,96	1,07	1,24	1,50	1,75	1,89	2,25	2,59	2,90	3,18	3,43	3,65	3,89	4,07	4,20	4,27						
	1,5	0,34	0,61	0,99	1,11	1,28	1,56	1,82	1,97	2,36	2,71	3,04	3,34	3,61	3,86	4,12	4,33	4,48	4,58						
	≥ 3	0,35	0,64	1,03	1,15	1,33	1,62	1,90	2,06	2,46	2,84	3,18	3,51	3,80	4,06	4,35	4,58	4,77	4,89						
90	1	0,37	0,67	1,09	1,21	1,40	1,70	1,98	2,14	2,55	2,93	3,26	3,57	3,84	4,07	4,30	4,46	4,55	4,56						
	1,05	0,38	0,69	1,12	1,26	1,45	1,76	2,06	2,23	2,65	3,05	3,41	3,73	4,02	4,27	4,53	4,71	4,83	4,87						
	1,2	0,39	0,71	1,16	1,30	1,50	1,82	2,13	2,31	2,76	3,17	3,55	3,90	4,21	4,48	4,76	4,97	5,11	5,17						
	1,5	0,40	0,74	1,19	1,34	1,55	1,88	2,20	2,39	2,86	3,30	3,70	4,06	4,39	4,68	4,99	5,23	5,39	5,48						
	≥ 3	0,41	0,76	1,23	1,38	1,60	1,95	2,28	2,47	2,96	3,42	3,84	4,23	4,58	4,89	5,22	5,48	5,68	5,79						
100	1	0,43	0,79	1,28	1,44	1,66	2,02	2,36	2,55	3,05	3,49	3,90	4,26	4,58	4,85	5,10	5,27	5,35	5,32						
	1,05	0,44	0,81	1,32	1,48	1,71	2,08	2,43	2,64	3,15	3,62	4,05	4,43	4,76	5,05	5,34	5,53	5,63	5,63						
	1,2	0,45	0,83	1,35	1,52	1,76	2,14	2,51	2,72	3,25	3,74	4,19	4,59	4,95	5,26	5,57	5,79	5,92	5,94						
	1,5	0,46	0,85	1,39	1,56	1,81	2,20	2,58	2,80	3,35	3,86	4,33	4,76	5,13	5,46	5,80	6,05	6,20	6,25						
	≥ 3	0,47	0,87	1,43	1,60	1,86	2,27	2,66	2,88	3,46	3,99	4,48	4,92	5,32	5,67	6,03	6,30	6,48	6,56						
112	1	0,51	0,93	1,52	1,70	1,97	2,40	2,80	3,04	3,62	4,16	4,64	5,06	5,42	5,72	5,99	6,14	6,16	6,05						
	1,05	0,52	0,95	1,55	1,74	2,02	2,46	2,88	3,12	3,73	4,28	4,78	5,23	5,61	5,92	6,22	6,40	6,45	6,36						
	1,2	0,53	0,98	1,59	1,78	2,07	2,52	2,95	3,20	3,83	4,41	4,93	5,39	5,79	6,13	6,45	6,65	6,73	6,66						
	1,5	0,54	1,00	1,63	1,83	2,12	2,58	3,03	3,28	3,93	4,53	5,07	5,55	5,98	6,33	6,68	6,91	7,01	6,97						
	≥ 3	0,55	1,02	1,66	1,87	2,17	2,65	3,10	3,37	4,04	4,65	5,21	5,72	6,16	6,54	6,91	7,17	7,29	7,28						
125	1	0,59	1,09	1,77	1,99	2,30	2,80	3,28	3,55	4,24	4,85	5,40	5,88	6,27	6,58	6,83	7,92	6,84	6,57						
	1,05	0,60	1,11	1,81	2,03	2,35	2,86	3,35	3,63	4,34	4,98	5,55	6,04	6,46	6,78	7,06	7,18	7,12	6,88						
	1,2	0,61	1,13	1,84	2,07	2,40	2,93	3,43	3,72	4,44	5,10	5,69	6,21	6,64	6,99	7,29	7,44	7,41	7,19						
	1,5	0,62	1,15	1,88	2,11	2,45	2,99	3,50	3,80	4,54	5,22	5,83	6,37	6,83	7,19	7,52	7,69	7,69	7,50						
	≥ 3	0,63	1,17	1,91	2,15	2,50	3,05	3,58	3,88	4,65	5,35	5,98	6,53	7,01	7,40	7,75	7,95	7,97	7,81						
140	1	0,68	1,26	2,06	2,31	2,68	3,26	3,82	4,13	4,92	5,63	6,24	6,75	7,16	7,45	7,64	7,60	7,34	6,81						
	1,05	0,69	1,28	2,09	2,35	2,73	3,32	3,89	4,21	5,02	5,75	6,38	6,92	7,35	7,66	7,87	7,86	7,62	7,12						
	1,2	0,70	1,30	2,13	2,39	2,77	3,39	3,96	4,30	5,13	5,87	6,53	7,08	7,53	7,86	8,10	8,12	7,90	7,43						
	1,5	0,71	1,32	2,17	2,43	2,82	3,45	4,04	4,38	5,23	6,00	6,67	7,25	7,72	8,07	8,33	8,37	8,18	7,74						
	≥ 3	0,72	1,34	2,20	2,47	2,87	3,51	4,11	4,46	5,33	6,12	6,81	7,41	7,90	8,27	8,56	8,63	8,47	8,04						
160	1	0,80	1,49	2,44	2,73	3,17	3,86	4,51	4,88	5,80	6,60	7,27	7,81	8,19	8,40	8,41	8,11	7,47	6,45						
	1,05	0,81	1,51	2,47	2,78	3,22	3,92	4,59	4,97	5,90	6,72	7,42	7,97	8,37	8,61	8,64	8,37	7,75	6,76						
	1,2	0,82	1,53	2,51	2,82	3,27	3,98	4,66	5,05	6,00	6,84	7,56	8,13	8,56	8,81	8,88	8,62	8,03	7,07						
	1,5	0,83	1,55	2,54	2,86	3,32	4,05	4,74	5,13	6,11	6,97	7,70	8,30	8,74	9,02	9,11	8,88	8,31	7,36						
	≥ 3	0,84	1,57	2,58	2,90	3,37	4,11	4,81	5,21	6,21	7,09	7,85	8,46	8,93	9,22	9,34	9,14	8,80	7,68						
180	1	0,92	1,71	2,81	3,15	3,65	4,45	5,19	5,61	6,63	7,50	8,20	8,71	9,01	9,08	8,81	8,11	6,93	5,22						
	1,05	0,93	1,74	2,84	3,19	3,70	4,51	5,26	5,69	6,74	7,63	8,35	8,88	9,20	9,29	9,04	8,36	7,21	5,53						
	1,2	0,94	1,76	2,88	3,23	3,75	4,57	5,34	5,77	6,84	7,75	8,49	9,04	9,38	9,49	9,28	8,62	7,49	5,84						
	1,5	0,95	1,78	2,92	3,28	3,80	4,63	5,41	5,86	6,94	7,87	8,63	9,21	9,57	9,70	9,51	8,88	7,77	6,15						
	≥ 3	0,96	1,80	2,95	3,32	3,85	4,69	5,49	5,94	7,04	8,00	8,78	9,37	9,75	9,90	9,74	9,14	8,06	6,45						
v in $\text{m/s} \approx$		5			10			15			20			25			30			35			40		
Scheibenwerkstoff		normal																		hochfest					
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet												dynamisch ausgewuchtet											

Nennleistung P_N für Profil SPZ (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 009

Die Lichtmaschine eines Pkws soll mit Hilfe eines Schmalkeilriemens angetrieben werden. Die Leistung der Lichtmaschine beträgt im Nennbetriebspunkt $P_{Nenn} = 1,6 \text{ kW}$ bei $n_{Nenn} = 1.500 \text{ min}^{-1}$. Bei der Motorleerlaufdrehzahl des Pkws von $n_{Leer} = 800 \text{ min}^{-1}$ soll die Lichtmaschine bereits im Nennbetriebspunkt betrieben werden. Wählen Sie einen für diese Aufgabe geeigneten Schmalkeilriemen aus. **Anmerkung:** Markieren Sie sämtliche Werte, die aus Tabellen entnommen werden!

E-RK 1 Welche Übersetzung i ist zu realisieren?

Lösung:

$$i = \frac{w_{an}}{w_{ab}} = \frac{800 \text{ min}^{-1}}{1.500 \text{ min}^{-1}} = 0,5\bar{3}$$

E-RK 2 Ermitteln Sie den Betriebsfaktor c_2 ! **Anmerkung:** Es ist von einer eher leichten Antriebs- und Arbeitsmaschine auszugehen!

Lösung:

$$c_2 = 1$$

E-RK 3 Markieren Sie den Betriebspunkt der kleinen Scheibe, der sich aus der zu übertragenden Leistung und der Drehzahl der kleinen Scheibe n_k ergibt und legen Sie dann ein Riemenprofil fest!

Lösung:

$$P \cdot c_2 = 1,6 \text{ kW} \cdot 1 = 1,6 \text{ kW}$$

$$n_K = 1.500 \text{ min}^{-1}$$

→ Profil SPZ

E-RK 4 Legen Sie den Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe d_{wk} fest, wobei er so klein wie möglich zu wählen ist! Geben Sie auch die Nennleistung P_N für das Profil an! **Anmerkung:** Eine Interpolation von Tabellenwerten ist nicht erforderlich!

Lösung:

$$d_{wk} = 63 \text{ mm}; \quad i^{-1} \approx 1,5; \quad n_K = 1.450 \text{ min}^{-1}$$

$$P_N = 1,16 \text{ kW}$$

E-RK 5 Geben Sie den Wirkdurchmesser der großen Scheibe d_{wg} an!

Lösung:

$$d_{wg} = \frac{1,015}{i} \cdot d_{wk} = \frac{1,015}{0,53} \cdot 63 \text{ mm} = 119,9 \text{ mm}$$

E-RK 6 Ermitteln Sie die Anzahl z der Riemen! Anmerkung: Als vorläufige Wirklänge des Riemens haben Sie $l_w^* = 621,28 \text{ mm}$ berechnet und für den endgültigen Achsabstand e kann ein Wert von $168,85 \text{ mm}$ angegeben werden!

Lösung:

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}; \quad l_w^* \approx l_w \Rightarrow l_w = 630 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c_3 = 0,82$$

$$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e} = \frac{119,9 \text{ mm} - 63 \text{ mm}}{168,85 \text{ mm}} = 0,337 \text{ mm} \approx 0,35$$

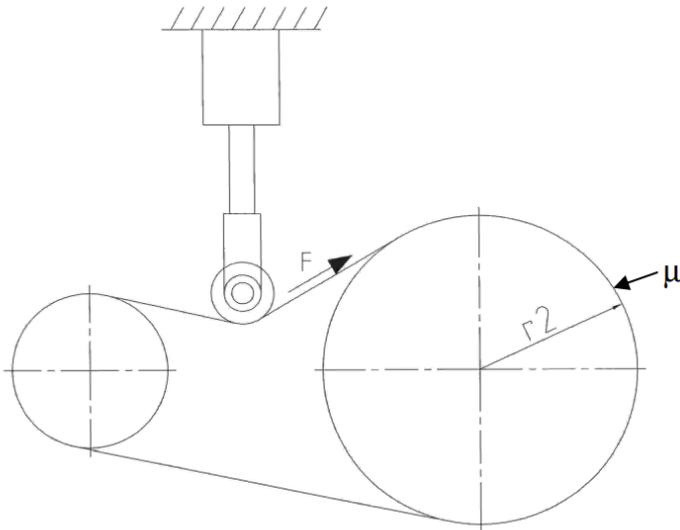
$$\Rightarrow c_1 = 0,95$$

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3} = \frac{1,6 \text{ kW}}{1,16 \text{ kW} \cdot 0,95 \cdot 0,82} = 1,77$$

$$\Rightarrow z = 2$$

Übungsaufgabe RK 010

Ein Förderband soll in einem bestimmten Takt gestoppt werden und danach wieder anlaufen. Der Motor läuft dabei kontinuierlich weiter. Als einfache Kupplung zwischen Motor und Förderband wird ein Flachriementrieb mit einrückbarer Spannrolle eingesetzt (siehe Skizze).



E-RK 1

In welche Richtung muss sich die Antriebsscheibe (kleine Scheibe) drehen, damit der Riementrieb zur Drehmomentübertragung effizient eingesetzt werden kann? Markieren Sie die Drehrichtung der kleinen Scheibe in der Skizze!

E-RK 2

Was gilt bei eingerückter Spannrolle für die Kraft F_2 im Leertrum?

E-RK 3

Der Pneumatikzylinder drückt die Spannrolle so stark gegen den Riemen, dass ein Riemenzug von $F = 200 \text{ N}$ aufgebracht wird (siehe Skizze). Das Einrücken der Spannrolle sorgt dafür, dass der Umschlingungswinkel an der kleinen Scheibe β_k auf einen Wert von 198° anwächst. Wie groß ist dann das übertragbare Drehmoment M_{t2} an der großen Scheibe, wenn folgende weitere Daten gegeben sind?
 $r_2 = 400 \text{ mm}$; $\mu_H = 0,8$; $\mu_G = 0,6$

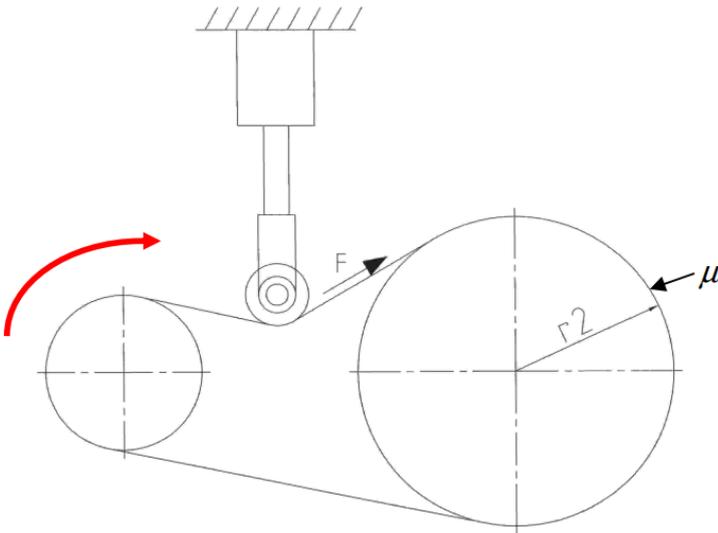
E-RK 4

Nennen Sie zwei weitere Möglichkeiten zur Aufbringung der Vorspannung eines Riemens.

Hilfe: $F_1 = F_2 \cdot e^{\mu\beta}$

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 010

Ein Förderband soll in einem bestimmten Takt gestoppt werden und danach wieder anlaufen. Der Motor läuft dabei kontinuierlich weiter. Als einfache Kupplung zwischen Motor und Förderband wird ein Flachriementrieb mit einrückbarer Spannrolle eingesetzt (siehe Skizze).



E-RK 1

In welche Richtung muss sich die Antriebsscheibe (kleine Scheibe) drehen, damit der Riementrieb zur Drehmomentübertragung effizient eingesetzt werden kann? Markieren Sie die Drehrichtung der kleinen Scheibe in der Skizze!

E-RK 2

Was gilt bei eingerückter Spannrolle für die Kraft F_2 im Leertrum?

Lösung:

$$F_2 \approx \textit{konstant}$$

E-RK 3

Der Pneumatikzylinder drückt die Spannrolle so stark gegen den Riemen, dass ein Riemenzug von $F = 200 \text{ N}$ aufgebracht wird (siehe Skizze). Das Einrücken der Spannrolle sorgt dafür, dass der Umschlingungswinkel an der kleinen Scheibe β_k auf einen Wert von 198° anwächst. Wie groß ist dann das übertragbare Drehmoment M_{t2} an der großen Scheibe, wenn folgende weitere Daten gegeben sind?
 $r_2 = 400 \text{ mm}$; $\mu_H = 0,8$; $\mu_G = 0,6$

$$F_2 = 200 \text{ N}$$

$$\mu_G = 0,6$$

$$\beta_K = 198^\circ \Rightarrow \beta_\cap = 2 \cdot \pi \cdot \frac{198^\circ}{360^\circ} = 3,456$$

$$F_t = F_1 - F_2$$

$$M_{t2} = F_t \cdot r_2 = (F_1 - F_2) \cdot r_2$$

$$F_1 = F_2 \cdot e^{\mu_G \beta}$$

$$M_{t2} = (F_2 \cdot e^{\mu_G \beta} - F_2) \cdot r_2$$

$$M_{t2} = F_2 \cdot (e^{\mu_G \beta} - 1) \cdot r_2$$

$$M_{t2} = 200 \text{ N} \cdot (e^{0,6 \cdot 3,456} - 1) \cdot 0,4 \text{ m}$$

$$M_{t2} = 556,272 \text{ Nm}$$

E-RK 4

Nennen Sie zwei weitere Möglichkeiten zur Aufbringung der Vorspannung eines Riemens.

Lösung:

a) *feste Vorspannung*

b) *Selbstspannung*

Hilfe: $F_1 = F_2 \cdot e^{\mu \beta}$

Übungsaufgabe RK 011

Ein Motorrad (BMW G450X) hat eine Leistung von 18 kW (incl. Belastungsfaktor c_2). Das Primärgetriebe treibt das Antriebsrad des Zahnriemens mit 3000 min^{-1} an.

Die Drehzahl des Hinterrades beträgt an diesem Leistungspunkt 20 s^{-1} .

Die Zahnriemenbreite beträgt aufgrund des beengten Bauraums 25 mm.

Das Abtriebszahnriemenrad hat 80 Zähne, das Antriebszahnriemenrad besitzt 32.

Die Wirkdurchmesser können der Tabelle entnommen werden.

Der Zahneingriffsfaktor c_1 ist mit 1 anzunehmen.

Bearbeiten Sie die folgenden Fragestellungen und markieren Sie ihre den Tabellen / Diagrammen entnommenen Werte.

E-RK 1

Bestimmen Sie anhand des Diagramms, welche 2 Zahnriemenprofile sinnvoll eingesetzt werden können.

E-RK 2

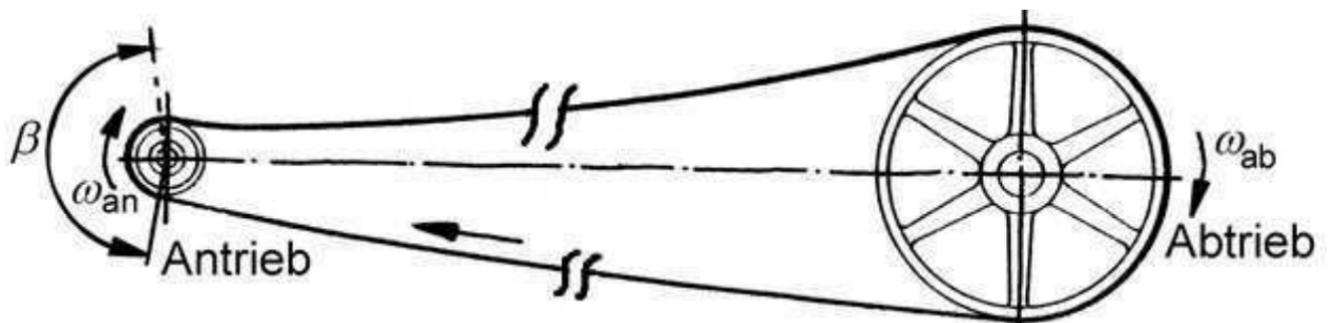
Ermitteln Sie den vorläufigen und den endgültigen Achsabstand, sowie die vorläufige Wirklänge.

E-RK 3

Bestimmen Sie die fehlenden Korrekturfaktoren und überprüfen Sie, ob der gewählte Riemen der endgültigen Berechnungsleistung Stand hält.

E-RK 4

Zeichnen Sie an der nachfolgenden Skizze die Kräfte am Riemen ein, und markieren Sie Lastrum und Leertrum.



Ermittlung des Belastungsfaktors c_2 , abhängig von Antriebs- und Arbeitsmaschine und tägl. Laufzeit

Bei Außenspannrollen erhöht sich der Wert für c_2 um 0,2	Antreibende Maschinen								
	Niedriges Anlaufmoment (z.B. Gleichstrom-Nebenschluss-Motoren; Verbrennungsmotoren 8 und mehr Zyl.; Wasser- und Dampfturbinen)			Mittleres Anlaufmoment (z.B. Kurzschlussläufermotoren; Gleichstrommotoren mit Doppelschlusswicklung; Verbrennungsmotoren 4 bis 6 Zyl.)			Hohes Anlaufmoment (z.B. Einphasen- und Synchronmotoren; Drehstrom-Bremsmotoren; Verbrennungsmotoren bis 4 Zyl.; Hydraulikmotoren)		
	Tägliche Betriebsdauer in Stunden								
Getriebene Maschinen	bis 10h	10...16h	> 10h	bis 10h	10...16h	> 10h	bis 10h	10...16h	> 10h
Rührwerke									
flüssig	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
halbflüssig	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Masch.f. Ziegelei- und Tonindustrie									
Bohr- und Mischmaschinen	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Kornmaschinen und Lehmöhlen	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Kompressoren									
Kolbenkompressoren	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Zentrifugalkompressoren	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	1,9	1,6	1,8	2,0
Förderanlagen									
Bänder für leichtes Gut	1,1	1,3	1,5	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7
Bänder für Erz, Kohle, Sand	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Plattenbänder, Brecher, Elevatoren	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Schleuder- und Schraubenförderer	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Ventilatoren									
Exhaustoren, Zentrifugalgebläse	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Schraubengebläse, Grubenlüfter	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Wäschereimaschinen									
Extraktoren allgemein	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Waschmaschinen	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Werkzeugmaschinen									
Dreh-, Schraubenmaschine	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Bohrmaschine, Schleifmaschine	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Walzmaschine, Hobelmaschine	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Maschinen für Papierindustrie									
Rührwerke, Kalandar	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Pumpen, Holzschleifer, Holländer	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Pumpen									
Zentrifugal-, Zahnradpumpen	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Rotations-, Ölleitungspumpen	1,7	1,9	2,1	1,9	2,1	2,3	2,1	2,3	2,5
Siebmaschinen									
Vibration (Schütteln)	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	-	-	-
Trommeln, auch konische	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Textilmaschinen									
Webstühle, Spinnmaschinen	1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Zettel-, Spulmaschinen	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Holzbearbeitung									
Drehbänke, Bandsägen	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7	-	-	-
Schlichthobel, Kreissägen, Hobel	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Sonstige									
Bäckerei-, Teigmaschinen	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Zentrifugen	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1	-	-	-
Generatoren, Erregermotoren	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Hammer- Mühlen	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,0	1,9	2,1	2,3
Hebezeuge, Aufzüge	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Wellenstränge	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Mühlen, Kugel-, Kiesmühlen	-	-	-	1,9	2,1	2,3	2,1	2,3	2,5
Graphische Maschinen	1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Maschinen der Gummiindustrie	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Sägewerkmaschinen	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,4

Ermittlung der vorläufigen Berechnungsleistung $P_{B \text{ vorl}}$

$$P_{B \text{ vorl}} = P \cdot c_2$$

P = zu übertragende Leistung gemäß Aufgabenstellung
 c_2 = Belastungsfaktor, s. Tabelle oben

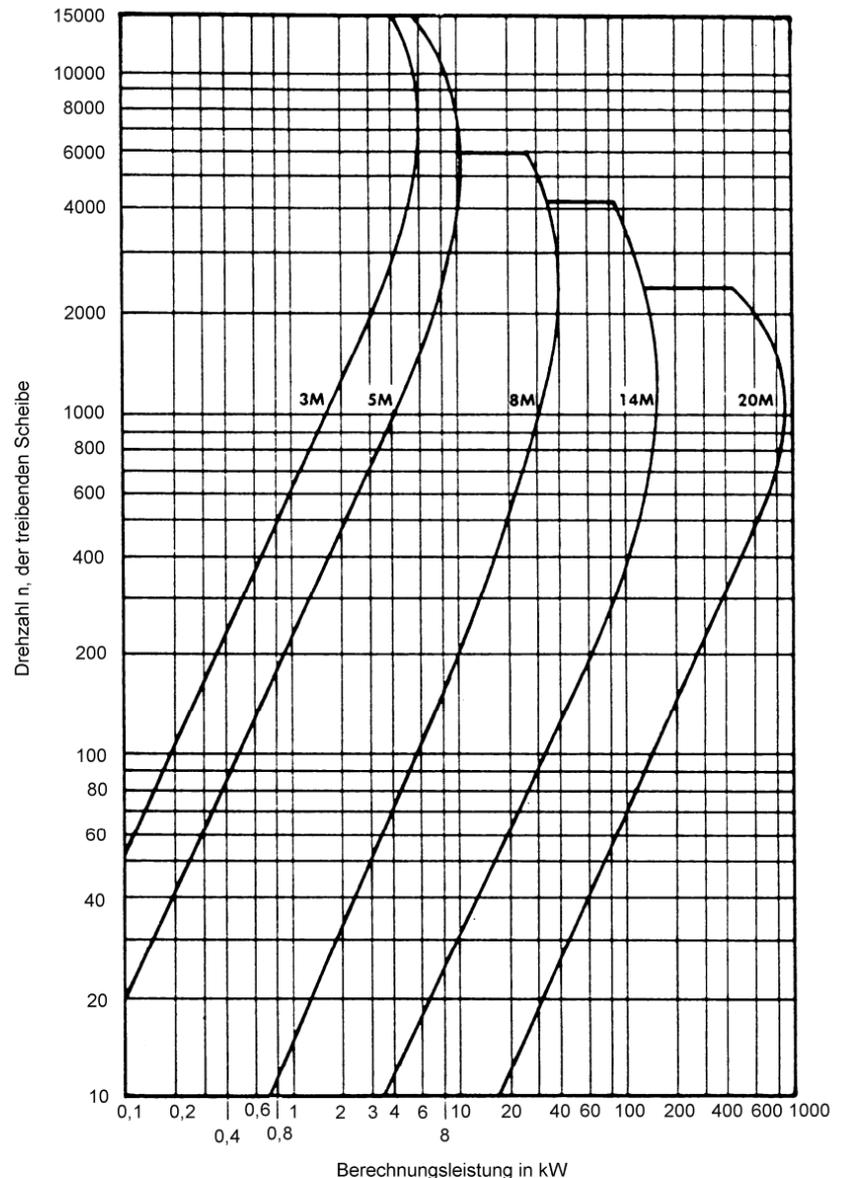
Festlegung der Zahnteilung

gemäß Diagramm rechts

n_1 = Drehzahl der kleinen Scheibe
ins Langsame: n_1 = Antriebsdrehzahl
ins Schnelle: n_1 = Abtriebsdrehzahl

Berechnungsleistung: hier wird zunächst die vorläufige Berechnungsleistung $P_{B \text{ vorl}}$ eingesetzt (s. oben)

- 3M \Rightarrow Teilung 3 mm
- 5M \Rightarrow Teilung 5 mm
- 8M \Rightarrow Teilung 8 mm
- 14M \Rightarrow Teilung 14 mm
- 20M \Rightarrow Teilung 20 mm



② Festlegung der Zähnezahlen und Wirkdurchmesser der Scheiben und der Zahnriemenbreite

- Tabelle für die ermittelte Teilung auswählen, Tabellen s. unten
- Zähnezahl z_1 der kleinen Scheibe wählen, Bereich gemäß Tabelle beachten, zugehöriger Wirkdurchmesser s. Tabelle
- Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen aus Tabelle ermitteln für Drehzahl n_1 der kleinen Scheibe und gewählte Zähnezahl z_1 der kleinen Scheibe

- Faktor $c_{4 \text{ vorl}}$ berechnen:

$$c_{4 \text{ vorl}} = \frac{P_{B \text{ vorl}}}{P_{25}}$$

- Riemenbreite so wählen, dass gilt: $c_4 \geq c_{4 \text{ vorl}}$
- Wirkdurchmesser und Zähnezahl der großen Scheibe bestimmen

Teilung 3 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]																
	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	48	56	64	72	80
	9,55	11,46	13,37	15,28	17,19	19,10	22,92	26,74	30,56	34,38	38,20	42,02	45,84	53,48	61,12	68,75	76,39
20	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010	0,012	0,015	0,017	0,020	0,022	0,025	0,028	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
40	0,009	0,012	0,014	0,017	0,020	0,022	0,027	0,032	0,037	0,042	0,047	0,052	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093
60	0,013	0,017	0,021	0,024	0,028	0,032	0,039	0,046	0,054	0,061	0,068	0,075	0,082	0,095	0,109	0,122	0,135
100	0,020	0,026	0,032	0,038	0,044	0,050	0,062	0,074	0,085	0,096	0,107	0,118	0,129	0,151	0,172	0,193	0,214
200	0,036	0,048	0,059	0,071	0,082	0,093	0,115	0,137	0,158	0,179	0,200	0,220	0,240	0,280	0,320	0,358	0,397
300	0,051	0,068	0,085	0,101	0,117	0,133	0,165	0,196	0,226	0,256	0,286	0,315	0,344	0,402	0,458	0,513	0,588
400	0,065	0,087	0,108	0,130	0,151	0,171	0,212	0,252	0,291	0,330	0,369	0,406	0,444	0,517	0,590	0,660	0,730
500	0,078	0,105	0,131	0,157	0,183	0,208	0,258	0,306	0,354	0,402	0,448	0,494	0,540	0,629	0,716	0,802	0,886
600	0,091	0,122	0,153	0,184	0,214	0,244	0,302	0,359	0,415	0,471	0,525	0,579	0,632	0,736	0,838	0,937	1,035
700	0,103	0,139	0,175	0,210	0,244	0,278	0,345	0,411	0,475	0,538	0,600	0,662	0,722	0,841	0,956	1,068	1,178
800	0,115	0,155	0,195	0,235	0,274	0,312	0,387	0,461	0,533	0,604	0,674	0,742	0,810	0,942	1,070	1,194	1,315
900	0,126	0,171	0,216	0,260	0,303	0,345	0,428	0,510	0,590	0,668	0,745	0,821	0,895	1,040	1,180	1,315	1,446
950	0,13	0,18	0,22	0,27	0,32	0,36	0,45	0,53	0,62	0,70	0,78	0,86	0,94	1,08	1,23	1,37	1,51
1000	0,13	0,19	0,23	0,28	0,33	0,38	0,47	0,56	0,64	0,73	0,81	0,89	0,98	1,13	1,29	1,43	1,57
1200	0,16	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,04	1,13	1,32	1,49	1,65	1,80
1400	0,18	0,24	0,31	0,37	0,44	0,50	0,62	0,74	0,86	0,97	1,08	1,18	1,29	1,49	1,67	1,85	2,01
1450	0,18	0,25	0,32	0,39	0,45	0,51	0,64	0,76	0,88	0,99	1,11	1,22	1,32	1,53	1,72	1,89	2,06
1600	0,20	0,27	0,35	0,42	0,49	0,56	0,69	0,83	0,96	1,08	1,20	1,32	1,43	1,64	1,84	2,02	2,19
1800	0,22	0,30	0,38	0,46	0,54	0,62	0,77	0,91	1,05	1,19	1,32	1,44	1,56	1,79	1,99	2,18	2,33
2000	0,23	0,33	0,42	0,59	0,60	0,67	0,84	0,99	1,14	1,29	1,43	1,56	1,69	1,92	2,13	2,31	2,45
2400	0,32	0,41	0,50	0,59	0,68	0,76	0,92	1,08	1,22	1,36	1,51	1,64	1,77	2,02	2,26	2,49	2,71
2850	0,35	0,46	0,57	0,67	0,76	0,86	1,04	1,22	1,39	1,55	1,71	1,86	2,00	2,29	2,55	2,81	3,06
3200	0,38	0,50	0,62	0,73	0,83	0,94	1,14	1,32	1,51	1,68	1,85	2,02	2,17	2,48	2,77	3,04	3,31
3600	0,41	0,54	0,67	0,79	0,90	1,02	1,23	1,44	1,64	1,83	2,01	2,19	2,36	2,69	3,00	3,29	3,58
4000	0,44	0,58	0,72	0,85	0,97	1,09	1,33	1,55	1,76	1,97	2,16	2,35	2,54	2,89	3,22	3,53	3,83
5000	0,51	0,67	0,83	0,98	1,13	1,27	1,55	1,81	2,05	2,29	2,52	2,73	2,95	3,35	3,72	4,07	4,41
6000	0,56	0,75	0,93	1,11	1,27	1,44	1,75	2,04	2,32	2,58	2,84	3,08	3,31	3,76	4,17	4,56	4,93
7000	0,68	0,89	1,09	1,28	1,46	1,68	1,97	2,25	2,56	2,85	3,13	3,39	3,54	3,92	4,27	4,69	5,38
8000	0,80	1,03	1,25	1,46	1,65	1,84	2,19	2,52	2,82	3,09	3,34	3,57	3,77	4,12	4,390	4,57	4,66
10000	0,89	1,16	1,41	1,65	1,87	2,09	2,48	2,83	3,15	3,43	3,68	3,89	4,07	4,34	4,470	4,47	4,33
12000	0,97	1,27	1,55	1,81	2,06	2,29	2,71	3,07	3,39	3,66	3,88	4,06	4,19	4,30	4,210		
14000	1,03	1,36	1,66	1,94	2,20	2,45	2,88	3,24	3,50	3,78	3,96	4,07	4,11	3,99			

Teilung 5 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]																
	14	16	18	20	22	24	26	28	32	36	40	44	48	56	64	72	80
	22,28	25,46	28,65	31,83	35,01	38,20	41,38	44,56	50,93	57,30	63,66	70,03	76,39	89,13	101,86	114,59	127,32
20	0,016	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,044	0,051	0,059	0,066	0,074	0,081	0,095	0,110	0,124	0,138
40	0,031	0,038	0,046	0,053	0,060	0,068	0,075	0,082	0,097	0,111	0,125	0,139	0,153	0,180	0,207	0,234	0,261
60	0,044	0,055	0,065	0,076	0,087	0,098	0,108	0,119	0,140	0,160	0,181	0,201	0,221	0,261	0,300	0,339	0,377
100	0,068	0,085	0,103	0,120	0,137	0,154	0,171	0,188	0,221	0,254	0,286	0,319	0,351	0,414	0,476	0,538	0,599
200	0,122	0,155	0,188	0,220	0,253	0,285	0,316	0,348	0,410	0,472	0,533	0,593	0,652	0,770	0,886	1,000	1,112
300	0,171	0,219	0,266	0,313	0,360	0,406	0,451	0,497	0,587	0,675	0,762	0,848	0,934	1,101	1,266	1,426	1,584
400	0,216	0,278	0,340	0,401	0,461	0,521	0,580	0,638	0,754	0,868	0,980	1,091	1,200	1,413	1,621	1,823	2,020
500	0,258	0,335	0,410	0,484	0,558	0,630	0,702	0,773	0,914	1,052	1,188	1,321	1,452	1,707	1,954	2,191	2,419
600	0,299	0,388	0,477	0,564	0,650	0,736	0,820	0,903	1,068	1,229	1,386	1,540	1,691	1,984	2,263	2,528	2,779
700	0,337	0,440	0,542	0,641	0,740	0,838	0,934	1,029	1,215	1,398	1,575	1,749	1,918	2,242	2,547	2,832	3,096
800	0,374	0,490	0,604	0,716	0,827	0,936	1,043	1,149	1,357	1,559	1,756	1,946	2,131	2,481	2,805	3,101	3,366
900	0,410	0,538	0,664	0,788	0,910	1,031	1,149	1,265	1,493	1,714	1,927	2,133	2,330	2,700	3,035	3,331	3,585
950	0,43	0,56	0,69	0,82	0,95	1,08	1,20	1,32	1,56	1,79	2,01	2,22	2,42	2,80	3,14	3,43	3,67
1000	0,44	0,58	0,72	0,86	0,99	1,12	1,25	1,38	1,62	1,86	2,09	2,31	2,51	2,90	3,23	3,52	3,75
1200	0,61	0,74	0,87	1,00	1,13	1,26	1,38	1,50	1,75	1,98	2,21	2,44	2,66	3,10	3,52	3,93	4,33
1400	0,68	0,84	0,98	1,14	1,28	1,43	1,57	1,71	1,98	2,25	2,51	2,77	3,02	3,51	3,99	4,44	4,89
1450	0,70	0,86	1,02	1,17	1,32	1,47	1,61	1,76	2,01	2,31	2,58	2,85	3,11	3,61	4,10	4,57	5,02
1600	0,76	0,90	1,10	1,26	1,43	1,59	1,75	1,90	2,21	2,51	2,80	3,08	3,36	3,91	4,43	4,93	5,41
1800	0,83	1,02	1,20	1,39	1,57	1,74	1,92	2,09	2,43	2,75	3,07	3,39	3,69	4,29	4,85	5,39	5,91
2000	0,89	1,10	1,31	1,51	1,70	1,90	2,09	2,27	2,64	2,99	3,34	3,68	4,01	4,65	5,25	5,83	6,37
2400	1,03	1,27	1,50	1,74	1,96	2,19	2,41	2,62	3,04	3,45	3,85	4,24	4,61	5,33	6,00	6,63	7,21
2850	1,16	1,44	1,71	1,98	2,24	2,50	2,75	2,99	3,47	3,94	4,38	4,82	5,23	6,02	6,74	7,40	7,99
3200	1,26	1,57	1,87	2,16	2,45	2,73	3,00	3,27	3,79	4,29	4,77	5,24	5,68	6,51	7,25	7,91	8,48
3600	1,37	1,70	2,04	2,36	2,67	2,98	3,28	3,57	4,13	4,67	5,19	5,68	6,15	7,01	7,75	8,39	8,90
4000	1,48	1,84	2,20	2,54	2,88	3,21	3,54	3,85	4,46	5,03	5,58	6,09	6,57	7,44	8,17	8,74	9,17

Teilung 8 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]																
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	56	64	72	80
	50,93	56,02	61,12	66,21	71,30	76,39	81,49	86,58	91,67	96,77	101,86	112,05	122,23	142,60	162,97	183,35	203,72
10	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14
20	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28
50	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70
100	0,19	0,23	0,27	0,21	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,67	0,75	0,91	1,07	1,22	1,38
200	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70	0,77	0,85	0,93	1,01	1,09	1,17	1,32	1,48	1,79	2,10	2,41	2,72
300	0,56	0,68	0,80	0,91	1,03	1,15	1,26	1,38	1,50	1,61	1,73	1,96	2,19	2,66	3,11	3,57	4,03
400	0,74	0,89	1,05	1,21	1,36	1,52	1,67	1,83	1,98	2,13	2,29	2,59	2,90	3,51	4,10	4,72	5,32
500	0,91	1,11	1,30	1,49	1,69	1,88	2,07	2,26	2,46	2,65	2,84	3,22	3,60	4,35	5,10	5,85	6,59
600	1,09	1,32	1,55	1,78	2,01	2,24	2,4	2,70	2,93	3,16	3,38	3,84	4,29	5,18	6,07	6,97	7,84
700	1,26	1,53	1,80	2,06	2,33	2,60	2,86	3,13	3,39	3,66	3,92	4,45	4,97	6,00	7,03	8,07	9,07
800	1,43	1,74	2,04	2,35	2,65	2,95	3,26	3,56	3,86	4,16	4,46	5,05	5,64	6,81	7,97	9,14	10,28
950	1,68	2,04	2,40	2,76	3,12	3,48	3,84	4,19	4,54	4,90	5,25	5,94	6,63	8,00	9,34	10,72	12,03
1000	1,76	2,14	2,52	2,90	3,28	3,65	4,03	4,40	4,77	5,14	5,51	6,24	6,96	8,39	9,79	11,24	12,60
1200	2,09	2,55	3,00	3,45	3,89	4,34	4,78	5,22	5,66	6,10	6,53	7,39	8,24	9,91	11,53	13,58	14,80
1450	2,50	3,04	3,58	4,12	4,65	5,18	5,71	6,23	6,75	7,27	7,78	8,79	9,97	11,72	13,58	15,59	17,35
1600	2,74	3,33	3,92	4,51	5,09	5,67	6,25	6,82	7,38	7,95	8,50	9,60	10,67	12,75	14,72	16,90	18,74
1800	3,05	3,71	4,37	5,03	5,68	6,32	6,96	7,59	8,21	8,83	9,44	10,64	11,81	14,05	16,14	18,54	20,45
2000	3,36	4,09	4,82	5,53	6,24	6,95	7,64	8,33	9,01	9,68	10,34	11,64	12,86	15,26	17,43	20,02	21,94
2200	3,66	4,46	5,25	6,03	6,80	7,56	8,31	9,054	9,78	10,50	11,21	12,59	13,91	16,38	18,57	21,33	23,20
2500	4,10	4,99	5,88	6,74	7,60	8,44	9,27	10,09	10,88	11,67	12,43	13,91	15,30	17,84	19,98	22,94	24,62
2850	4,60	5,59	6,58	7,54	8,49	9,41	10,32	11,21	12,07	12,91	13,72	15,27	16,70	19,19	21,10	24,23	25,45
3000	4,80	5,94	6,87	7,87	8,85	9,81	10,75	11,66	12,54	13,40	14,23	15,79	17,22	19,64	21,39	24,56	25,52
3500	5,88	7,16	8,03	8,90	9,76	10,62	11,47	12,31	13,14	13,97	14,78	16,39	17,94	20,91	23,66	26,15	26,35
4000	7,07	8,16	9,15	10,13	11,10	12,06	13,01	13,95	14,88	15,79	16,69	18,45	20,14	23,29	26,11	27,55	
4500	8,04	9,15	10,25	11,34	12,41	13,47	14,51	15,54	16,55	17,54	18,51	20,39	22,17	25,42	27,18		
5000	8,91	10,12	11,33	12,52	13,68	14,83	15,96	17,06	18,14	19,20	20,22	22,18	24,02	27,05			
5500	9,76	11,08	12,38	13,66	14,92	16,15	17,35	18,52	19,65	20,75	21,82	23,83	25,66				
6000	10,60	12,02	13,41	14,78	16,11	17,41	18,67	19,89	21,07	22,20	23,28	25,30	27,08				

Teilung 14 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]															
	28	29	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	64	72	80	
	124,78	129,23	133,69	142,60	151,51	160,43	169,34	178,25	196,08	213,90	231,73	249,55	285,21	320,86	356,51	
10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,27	0,32	0,34	0,36	0,41	0,46	0,50	
20	0,24	0,25	0,27	0,32	0,36	0,41	0,46	0,50	0,55	0,59	0,68	0,73	0,82	0,91	1,00	
40	0,50	0,55	0,59	0,64	0,73	0,82	0,91	0,96	1,10	1,19	1,32	1,42	1,64	1,83	2,05	
60	0,73	0,78	0,87	1,00	1,10	1,23	1,37	1,46	1,64	1,83	2,01	2,15	2,47	2,74	3,06	
100	1,23	1,32	1,42	1,64	1,87	2,15	2,28	2,42	2,74	3,01	3,29	3,56	4,11	4,61	5,11	
200	2,47	2,65	2,88	3,29	3,74	4,25	4,61	4,89	5,43	6,03	6,62	7,17	8,17	9,18	10,23	
300	3,33	3,61	3,93	4,52	5,11	5,80	6,26	6,62	7,40	8,17	8,90	9,68	11,23	12,83	14,52	
400	4,15	4,52	4,84	5,57	6,35	7,17	7,72	8,17	9,09	10,05	10,96	11,83	13,70	15,62	17,58	
500	4,89	5,30	5,71	6,57	7,44	8,40	9,09	9,60	10,64	11,69	12,74	13,74	15,89	17,99	20,18	
600	5,57	6,03	6,53	7,49	8,49	9,54	10,27	10,87	12,01	13,20	14,34	15,48	17,81	20,09	22,47	
700	6,21	6,72	7,23	8,29	9,41	10,57	11,35	12,01	13,23	14,52	15,75	16,96	19,40	21,75	24,29	
800	6,85	7,35	7,94	9,09	10,32	11,60	12,47	13,15	14,47	15,84	17,17	18,45	21,00	23,56	26,12	
950	7,60	8,23	8,85	10,17	11,55	12,93	13,87	14,59	16,02	17,50	18,94	20,28	22,92	25,57	28,17	
1000	7,94	8,54	9,18	10,55	11,92	13,38	14,34	15,07	16,57	18,04	19,45	20,82	23,52	26,12	28,68	
1200	8,90	9,59	10,32	11,78	13,29	14,89	15,94	16,76	18,31	19,86	21,32	22,69	25,39	27,90	30,27	
1450	9,99	10,70	11,47	13,11	14,79	16,50	17,66	18,49	20,00	21,69	23,10	24,41	26,86	29,09	30,86	
1600	10,55	11,32	12,15	13,84	15,57	17,35	18,54	19,36	20,96	22,51	23,88	25,11	27,40	29,18	30,55	
1800	11,23	12,01	12,90	14,70	16,48	18,34	19,54	20,36	21,92	23,36	24,61	25,70	27,49	28,73	29,27	
2000	11,83	12,69	13,56	16,39	17,21	19,13	20,32	21,10	22,56	23,88	24,98	25,80	27,03	27,40	26,94	
2200	12,74	13,24	14,11	15,98	17,85	19,82	20,96	21,64	22,97	24,11	24,93	25,53	25,94	25,34		
2400	13,74	14,16	14,61	16,44	18,36	20,27	21,37	22,00	23,15	24,00	24,57	24,75	24,25			
2600	14,75	15,16	15,57	16,80	18,68	20,59	21,51	22,15	23,06	23,61	23,79	23,52	22,28			
2850	15,82	16,37	16,76	17,62	18,85	20,73	21,54	22,09	22,56	22,45	22,42	22,42				
3000	16,65	17,12	17,54	18,40	19,02	20,82	21,60	21,83	22,10	22,33	22,46	22,19				
3500	18,54	19,00	19,41	20,18	20,87	21,42	21,87	22,24	22,42	22,19						
4000	20,18	20,59	20,91	21,60	22,05	22,33	22,47	22,42	22,19							

③ Ermittlung des Achsabstandes und der Wirklänge des Riemens

- Bestimmung des vorläufigen Achsabstandes
- Bestimmung der vorläufigen Wirklänge des Riemens
- Auswahl eines Riemens
- Berechnung des endgültigen Achsabstandes

Bestimmung des vorläufigen Achsabstandes:

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

Bestimmung der vorläufigen Wirklänge des Riemens

$$l_w^* = 2 \cdot e^* + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e^*}$$

Auswahl eines Riemens und Festlegung der endgültigen Wirklänge gemäß Lieferprogramm (s. Tabelle)

Profil 3 M, Teilung 3 mm Breite 9 mm oder 15 mm				Profil 5 M, Teilung 5 mm Breite 9 mm oder 15 mm				Profil 8 M, Teilung 8 mm Breite 20 mm oder 30 mm		Profil 14 M, Teil. 14 mm Breite 40 mm oder 55 mm	
Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl
111	37	447	149	330	66	1270	254	480	60	966	69
144	48	474	158	350	70	1420	284	560	70	1190	85
150	50	486	162	375	75	1500	300	600	75	1400	100
159	53	501	167	400	80	1595	319	640	80	1610	115
168	56	513	171	425	85	1790	358	656	82	1778	127
177	59	531	177	450	90	1800	360	720	90	1890	135
201	67	537	179	500	100	1870	374	800	100	2100	150
210	70	564	188	535	107	1895	379	880	110	2310	165
213	71	597	199	565	113	2000	400	960	120	2450	175
216	72	606	202	600	120	2525	505	1040	130	2590	185
225	75	633	211	615	123			1120	140	2800	200
252	84	669	223	635	127			1200	150	3150	225
255	85	711	237	665	133			1280	160	3500	250
267	89	882	294	710	142			1360	170	3850	275
285	95	945	315	740	148			1440	180	4326	309
300	100	1062	354	755	151			1600	200		
312	104	1125	375	800	160			1760	220		
318	106	1263	421	835	167			1800	225		
336	112	1500	500	890	178			2000	250		
339	113	1530	510	925	185			2400	300		
363	121	1569	523	950	190			2800	350		
384	128			1000	200						
390	130			1050	210						
420	140			1125	225						

Berechnung des endgültigen Achsabstandes

$$e = p + \sqrt{p^2 - q}$$

mit $p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$ und $q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$

Ermittlung des Zahneingriffsfaktors c_1

Umschlingungswinkel: $\beta_k = 2 \cdot \arccos \frac{d_{wg} - d_{wk}}{2 \cdot e}$

Teilung: $\tau = \frac{360^\circ}{z_1}$

Anzahl Zähne im Eingriff: $z_{ein} = \frac{\beta_k}{\tau}$

Bestimmung von c_1 gemäß Tabelle:

Eingriffszähnezahl z_{ein}	≥ 6	5	4	3	2
c_1	1	1,25	1,66	2,5	5,0

Belastungsfaktors c_2 s. oben ①

Übersetzungsfaktors c_3

- Tabelle s. rechts für Übersetzungen ins Schnelle
- für Übersetzungen ins Langsame ist $c_3 = 1$ zu setzen)

Zähnezahlverhältnis	Faktor c_3
1,00 - 1,24	1,00
1,25 - 1,74	1,10
1,75 - 2,49	1,20
2,50 - 3,49	1,30
3,50 und mehr	1,40

Riemenlängenkorrekturfaktor c_5

Profil 3 M, Teilung 3 mm		Profil 5 M, Teilung 5 mm		Profil 8 M, Teilung 8 mm		Profil 14 M, Teil. 14 mm	
Riemenlänge	Faktor c_5						
bis 189 mm	0,8	bis 425 mm	0,8	bis 600 mm	0,8	bis 1190 mm	0,8
192-255 mm	0,9	430 - 535 mm	0,9	608-880 mm	0,9	1204-1610 mm	0,9
258-390 mm	1,0	540 - 800 mm	1,0	888-1200 mm	1,0	1624-1890 mm	0,95
393-597 mm	1,1	805-1050 mm	1,1	1208-1760 mm	1,1	1904-2450 mm	1,00
über 597 mm	1,2	über 1050 mm	1,2	über 1760 mm	1,2	2464-3150 mm	1,05
						über 3150 mm	1,1

Endgültige Berechnungsleistung:

$$P_B = P \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_5$$

Ggf. Korrektur

- Kontrolle in ①, ob Teilung mit der endgültigen Berechnungsleistung ausreicht, ggf. neue Teilung
- Kontrolle in ②, ob Riemenbreite bei der neuen Teilung ausreicht
- Ggf. Korrektur der Werte und Wiederholung der Rechnung

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 011

Ein Motorrad (BMW G450X) hat eine Leistung von 18 kW (incl. Belastungsfaktor c_2). Das Primärgetriebe treibt das Antriebsrad des Zahnriemens mit 3000 min^{-1} an.

Die Drehzahl des Hinterrades beträgt an diesem Leistungspunkt 20 s^{-1} .

Die Zahnriemenbreite beträgt aufgrund des beengten Bauraums 25 mm.

Das Abtriebszahnriemenrad hat 80 Zähne, das Antriebszahnriemenrad besitzt 32.

Die Wirkdurchmesser können der Tabelle entnommen werden.

Der Zahneingriffsfaktor c_1 ist mit 1 anzunehmen.

Bearbeiten Sie die folgenden Fragestellungen und markieren Sie ihre den Tabellen / Diagrammen entnommenen Werte.

E-RK 1

Bestimmen Sie anhand des Diagramms, welche 2 Zahnriemenprofile sinnvoll eingesetzt werden können.

Lösung:

Es kann lt. Diagramm die Zahnriemenprofile 8M und 14M verwendet werden.

E-RK 2

Ermitteln Sie den vorläufigen und den endgültigen Achsabstand, sowie die vorläufige Wirklänge.

Lösung:

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

$$e^* = 0,9 \cdot (356,51 + 142,60) = 449,20 \text{ mm}$$

$$l_w^* = 2 \cdot e^* + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} + d_{wk})^2}{4 \cdot e^*}$$

$$l_w^* = 2 \cdot 449,20 + 1,57 \cdot (356,51 + 142,60) + \frac{(356,51 + 142,60)^2}{4 \cdot 449,20} = 1707 \text{ mm} \Rightarrow l_w = 1778 \text{ mm}$$

$$e = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) = 0,25 \cdot 1778 - 0,393 \cdot (356,51 + 142,60) = 248,35 \text{ mm}$$

$$q = 0,125 \cdot (d_{wg} + d_{wk})^2 = 0,125 \cdot (356,51 + 142,60)^2 = 31138,85 \text{ mm}$$

$$e = 248,35 + \sqrt{(248,35)^2 - 31138,85} = 423,10 \text{ mm}$$

E-RK 3

Bestimmen Sie die fehlenden Korrekturfaktoren und überprüfen Sie, ob der gewählte Riemen der endgültigen Berechnungsleistung Stand hält.

Lösung:

$$P \text{ incl. } c_2 \text{ 18 kW}$$

$$c_1 = 1 \text{ (lt. Aufgabenstellung)}$$

$$c_3 = 1 \text{ (da Übersetzung ins langsamere)}$$

$$c_5 = 0,95 \text{ da Riemenlänge zwischen 1624 - 1890 mm}$$

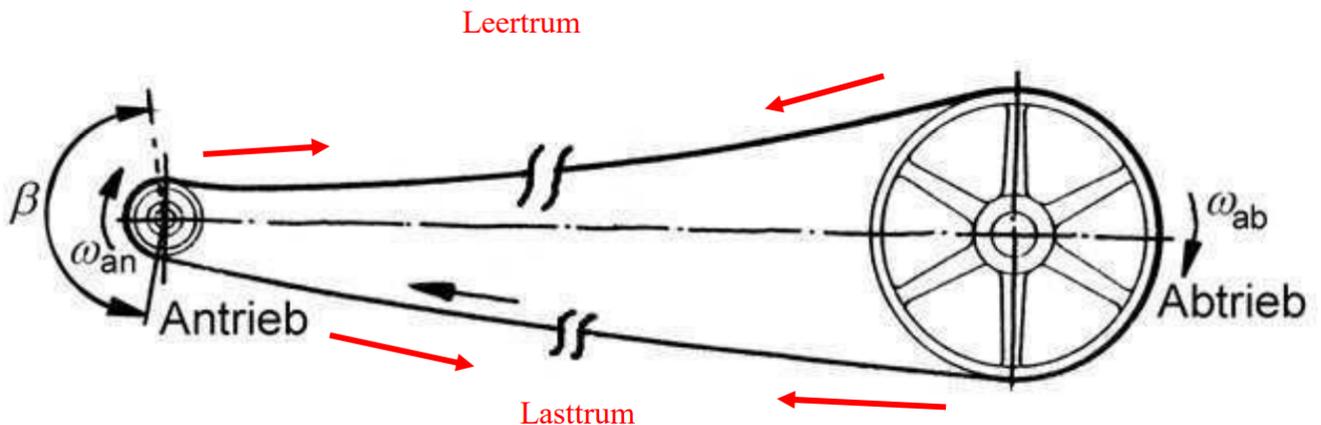
$$P_B = 18 \text{ kW} * 1 * 1 * 0,95 = 17,1 \text{ kW}$$

→ Zahnriemen hält

E-RK 4

Zeichnen Sie an der nachfolgenden Skizze die Kräfte am Riemen ein, und markieren Sie Lastrum und Leertrum.

Lösung:



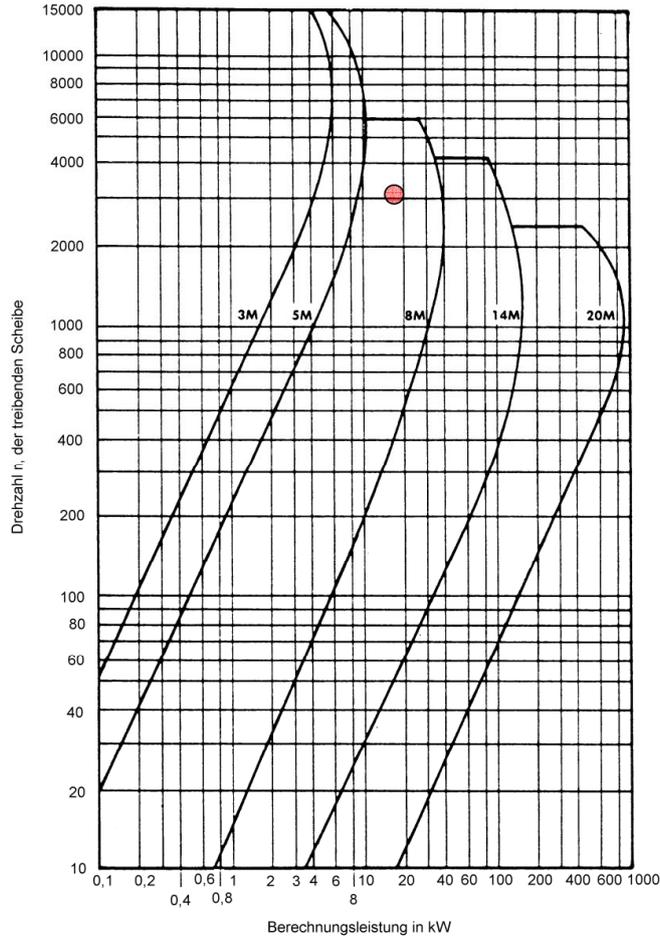
Festlegung der Zahnteilung

gemäß Diagramm rechts

n_1 = Drehzahl der kleinen Scheibe
ins Langsame: n_1 = Antriebsdrehzahl
ins Schnelle: n_1 = Abtriebsdrehzahl

Berechnungsleistung: hier wird zunächst die vorläufige Berechnungsleistung $P_{B\text{ vorl}}$ eingesetzt (s. oben)

- 3M ⇒ Teilung 3 mm
- 5M ⇒ Teilung 5 mm
- 8M ⇒ Teilung 8 mm
- 14M ⇒ Teilung 14 mm**
- 20M ⇒ Teilung 20 mm



⊗ **Festlegung der Zähnezahlen und Wirkdurchmesser der Scheiben und der Zahnriemenbreite**

- Tabelle für die ermittelte Teilung auswählen, Tabellen s. unten
- Zähnezahl z_1 der kleinen Scheibe wählen, Bereich gemäß Tabelle beachten, zugehöriger Wirkdurchmesser s. Tabelle
- Leistung P_{25} für einen **25 mm** breiten Zahnriemen aus Tabelle ermitteln für Drehzahl n_1 der kleinen Scheibe und gewählte Zähnezahl z_1 der kleinen Scheibe

- Faktor $c_{4\text{ vorl}}$ berechnen:

$$c_{4\text{ vorl}} = \frac{P_{B\text{ vorl}}}{P_{25}}$$

- Riemenbreite so wählen, dass gilt: $c_4 \geq c_{4\text{ vorl}}$

Teilung 14 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]														
	28	29	30	32	34	36	38	40	44	52	56	64	72	80	
10	124,78	129,23	133,69	142,60	151,51	160,43	169,34	178,25	196,08	213,90	231,73	249,55	285,21	320,86	356,51
20	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,27	0,32	0,34	0,36	0,41	0,46	0,50
30	0,24	0,25	0,27	0,32	0,36	0,41	0,46	0,50	0,55	0,59	0,68	0,73	0,82	0,91	1,00
40	0,50	0,55	0,59	0,64	0,73	0,82	0,91	0,96	1,10	1,19	1,32	1,42	1,64	1,83	2,05
60	0,73	0,78	0,87	1,00	1,10	1,23	1,37	1,46	1,64	1,83	2,01	2,15	2,47	2,74	3,06
100	1,23	1,32	1,42	1,64	1,87	2,15	2,28	2,42	2,74	3,01	3,29	3,56	4,11	4,61	5,11
200	2,47	2,65	2,88	3,29	3,74	4,25	4,61	4,89	5,43	6,03	6,62	7,17	8,17	9,18	10,23
300	3,33	3,61	3,93	4,52	5,11	5,80	6,26	6,62	7,40	8,17	8,90	9,68	11,23	12,83	14,52
400	4,15	4,52	4,84	5,57	6,35	7,17	7,72	8,17	9,09	10,05	10,96	11,83	13,70	15,62	17,58
500	4,89	5,30	5,71	6,57	7,44	8,40	9,09	9,60	10,64	11,69	12,74	13,74	15,89	17,99	20,18
600	5,57	6,03	6,53	7,49	8,49	9,54	10,27	10,87	12,01	13,20	14,34	15,48	17,81	20,09	22,47
700	6,21	6,72	7,23	8,29	9,41	10,57	11,35	12,01	13,23	14,52	15,75	16,96	19,40	21,75	24,29
800	6,85	7,35	7,94	9,09	10,32	11,60	12,47	13,15	14,47	15,84	17,17	18,45	21,00	23,56	26,12
950	7,60	8,23	8,85	10,17	11,55	12,93	13,87	14,59	16,02	17,50	18,94	20,28	22,92	25,57	28,17
1000	7,94	8,54	9,18	10,55	11,92	13,38	14,34	15,07	16,57	18,04	19,45	20,82	23,52	26,12	28,66
1200	8,90	9,59	10,32	11,78	13,29	14,89	15,94	16,76	18,31	19,86	21,32	22,69	25,39	27,90	30,27
1450	9,99	10,70	11,47	13,11	14,79	16,50	17,66	18,49	20,00	21,69	23,10	24,41	26,86	29,09	30,87
1600	10,55	11,32	12,15	13,84	15,57	17,35	18,54	19,36	20,96	22,51	23,88	25,11	27,40	29,18	30,55
1800	11,23	12,01	12,90	14,70	16,48	18,34	19,54	20,36	21,92	23,36	24,61	25,70	27,49	28,73	29,27
2000	11,83	12,69	13,56	16,39	17,21	19,13	20,32	21,10	22,56	23,88	24,98	25,80	27,03	27,40	26,94
2200	12,74	13,24	14,11	15,98	17,85	19,82	20,96	21,64	22,97	24,11	24,93	25,53	25,94	25,34	
2400	13,74	14,16	14,61	16,44	18,36	20,27	21,37	22,00	23,15	24,00	24,57	24,75	24,25		
2600	14,75	15,16	15,57	16,80	18,68	20,59	21,51	22,15	23,06	23,61	23,79	23,52	22,28		
2850	15,82	16,37	16,76	17,62	18,85	20,73	21,54	22,09	22,56	22,45	22,42	22,42			
3000	16,65	17,12	17,54	18,40	19,02	20,82	21,60	21,83	22,10	22,33	22,46	22,19			
3500	18,54	19,00	19,41	20,18	20,87	21,42	21,87	22,24	22,42	22,19					
4000	20,18	20,59	20,91	21,60	22,05	22,33	22,47	22,42	22,19						

Bestimmung des vorläufigen Achsabstandes:

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

Bestimmung der vorläufigen Wirklänge des Riemens

$$l_w^* = 2 \cdot e^* + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e^*}$$

Auswahl eines Riemens und Festlegung der endgültigen Wirklänge gemäß Lieferprogramm (s. Tabelle)

Profil 3 M, Teilung 3 mm Breite 9 mm oder 15 mm				Profil 5 M, Teilung 5 mm Breite 9 mm oder 15 mm				Profil 8 M, Teilung 8 mm Breite 20 mm oder 30 mm		Profil 14 M, Teil. 14 mm Breite 40 mm oder 55 mm	
Wirklänge	Zähnezahl	Wirklänge	Zähnezahl	Wirklänge	Zähnezahl	Wirklänge	Zähnezahl	Wirklänge	Zähnezahl	Wirklänge	Zähnezahl
111	37	447	149	330	66	1270	254	480	60	966	69
144	48	474	158	350	70	1420	284	560	70	1190	85
150	50	486	162	375	75	1500	300	600	75	1400	100
159	53	501	167	400	80	1595	319	640	80	1610	115
168	56	513	171	425	85	1790	358	656	82	1778	127
177	59	531	177	450	90	1800	360	720	90	1890	135
201	67	537	179	500	100	1870	374	800	100	2100	150
210	70	564	189	525	107	1905	370	800	110	2210	165

Berechnung des endgültigen Achsabstandes

$$e = p + \sqrt{p^2 - q}$$

mit $p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$ und $q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$

Ermittlung des Zahneingriffsfaktors c_1

Umschlingungswinkel: $\beta_k = 2 \cdot \arccos \frac{d_{wg} - d_{wk}}{2 \cdot e}$

Teilung: $\tau = \frac{360^\circ}{z_1}$

Anzahl Zähne im Eingriff: $z_{ein} = \frac{\beta_k}{\tau}$

Bestimmung von c_1 gemäß Tabelle:

Eingriffszähnezahl z_{ein}	≥ 6	5	4	3	2
c_1	1	1,25	1,66	2,5	5,0

Belastungsfaktors c_2 s. oben ①

Übersetzungsfaktors c_3

- Tabelle s. rechts für Übersetzungen ins Schnelle
- für Übersetzungen ins Langsame ist $c_3 = 1$ zu setzen

Zähnezahlverhältnis	Faktor c_3
1,00 - 1,24	1,00
1,25 - 1,74	1,10
1,75 - 2,49	1,20
2,50 - 3,49	1,30
3,50 und mehr	1,40

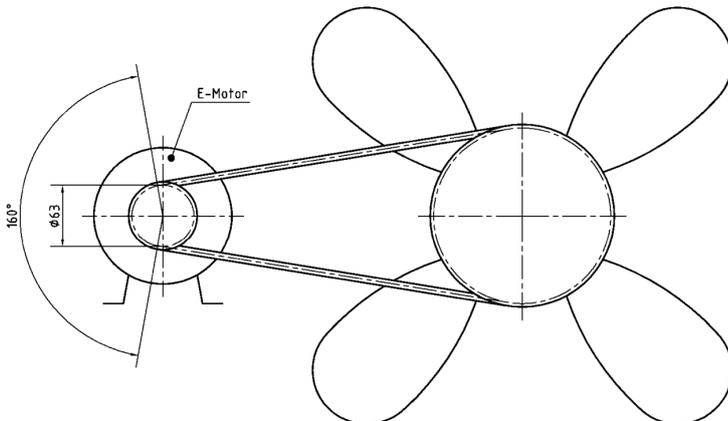
Riemenlängenkorrekturfaktor c_5

Profil 3 M, Teilung 3 mm		Profil 5 M, Teilung 5 mm		Profil 8 M, Teilung 8 mm		Profil 14 M, Teil. 14 mm	
Riemenlänge	Faktor c_5						
bis 189 mm	0,8	bis 425 mm	0,8	bis 600 mm	0,8	bis 1190 mm	0,8
192-255 mm	0,9	430 - 535 mm	0,9	608-880 mm	0,9	1204-1610 mm	0,9
258-390 mm	1,0	540 - 800 mm	1,0	888-1200 mm	1,0	1624-1890 mm	0,95
393-597 mm	1,1	805-1050 mm	1,1	1208-1760 mm	1,1	1904-2450 mm	1,00
über 597 mm	1,2	über 1050 mm	1,2	über 1760 mm	1,2	2464-3150 mm	1,05
						über 3150 mm	1,1

Endgültige Berechnungsleistung:

$$P_B = P \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_5$$

Übungsaufgabe RK 012



Ein Lüfterrad soll von einem Elektromotor angetrieben werden. Hierzu ist ein Riemengetriebe auszulegen, das den Motor ($n_M = 2800 \text{ }^1/\text{min}$) den Lüfter im Betriebspunkt ($n_L = 900 \text{ }^1/\text{min}$, $M_L = 50 \text{ Nm}$) antreiben lässt.

Auf dem Motor ist eine Riemenscheibe mit einem Wirkdurchmesser von $d_{wk} = 63 \text{ mm}$ montiert.

Der Riementrieb hat eine Wirklänge von $l_w = 1120 \text{ mm}$ und einen Umschlingungswinkel an der Riemenscheibe des Motors von $\beta_k = 160^\circ$. Als scheinbarer Reibwert (Keilwirkung bereits berücksichtigt) kann $\mu_G = 3$ angenommen werden.

Der Elektromotor ist als leichte Antriebsmaschine und der Lüfter als leichte Arbeitsmaschine anzusehen, wobei ein 24 h Betrieb vorgesehen ist.

Aus Tabellen / Diagrammen entnommene Werte sind eindeutig zu markieren.

E-RK 1

Wählen Sie ein Riemenprofil aus, das den Anforderungen genügt.

E-RK 2

Nennen Sie die Anzahl z der Riemen, die benötigt wird, um die Leistung zu übertragen.

E-RK 3

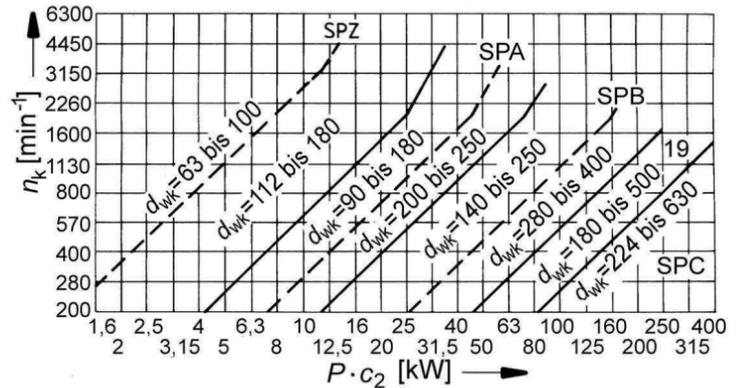
Berechnen Sie die Achskraft F_A , die auf die Welle des Elektromotors wirkt.

Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

Betriebsfaktor c_2

Arbeits- Maschinen	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Arbeitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Arbeitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr schwere Arbeitsmasch.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

Riemenprofil und Bereich des kleinen Scheibendurchmessers



Wirklänge des Riemens l_w und Längenfaktor c_3

SPZ	l_w	630	710	800	900	1000	1120
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,93
	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
SPA	c_3	0,94	0,96	1	1,01	1,02	1,05
	l_w	2500	2800	3150	3550		
	c_3	1,07	1,09	1,11	1,13		
SPB	l_w	800	900	1000	1120	1250	1400
	c_3	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
SPC	c_3	0,93	0,95	0,96	0,98	1	1,02
	l_w	3150	3550	4000	4500		
	c_3	1,04	1,06	1,08	1,09		
19	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
	l_w	2500	2800	3150	3550	4000	4500
SPB	c_3	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04
	l_w	5000	5600	6300	7100	8000	
	c_3	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	
SPC	l_w	2240	2500	2800	3150	3550	4000
	c_3	0,83	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94
	l_w	4500	5000	5600	6300	7100	8000
19	c_3	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06
	l_w	9000	10000	11200	12500		
	c_3	1,08	1,10	1,12	1,14		
19	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
	c_3	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94
	l_w	3150	3550	4000	4500	5000	5600
19	c_3	0,96	0,97	0,98	1	1,03	1,05
	l_w	6300	7100	8000	9000	10000	
	c_3	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	

Winkelfaktor c_1

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungswinkel β_k	Winkelfaktor c_1
0	180°	1
1,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73
1,45	90°	0,68

Anzahl z der Riemen: $z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}$

Achskraft: $F_A = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta}$

Seilreibung: $F_{1\text{grenz}} = F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta}$

Umfangskraft: $M_{\text{an grenz}} = \frac{d_k}{2} \cdot F_2 \cdot (e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)$

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																							
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000						
		Nennleistung P_N in kW																							
63	1	0,20	0,35	0,54	0,60	0,68	0,81	0,93	1,00	1,17	1,32	1,45	1,56	1,66	1,74	1,81	1,85	1,87	1,85						
	1,05	0,21	0,37	0,58	0,64	0,73	0,88	1,01	1,09	1,27	1,44	1,59	1,73	1,84	1,94	2,04	2,11	2,15	2,16						
	1,2	0,22	0,39	0,61	0,68	0,78	0,94	1,08	1,17	1,38	1,57	1,74	1,89	2,03	2,15	2,27	2,37	2,43	2,47						
	1,5	0,23	0,41	0,65	0,72	0,83	1,00	1,16	1,25	1,48	1,69	1,88	2,06	2,21	2,35	2,50	2,63	2,72	2,77						
≥ 3	0,24	0,43	0,68	0,76	0,88	1,06	1,23	1,33	1,58	1,81	2,03	2,22	2,40	2,56	2,74	2,88	3,00	3,08							
71	1	0,25	0,44	0,70	0,78	0,90	1,08	1,25	1,35	1,59	1,81	2,00	2,18	2,33	2,46	2,59	2,68	2,73	2,74						
	1,05	0,26	0,46	0,74	0,82	0,95	1,14	1,32	1,43	1,69	1,93	2,15	2,34	2,51	2,67	2,82	2,94	3,02	3,05						
	1,2	0,27	0,49	0,77	0,87	1,00	1,20	1,40	1,51	1,79	2,05	2,29	2,51	2,70	2,87	3,05	3,20	3,30	3,36						
	1,5	0,28	0,51	0,81	0,91	1,04	1,26	1,47	1,59	1,90	2,18	2,43	2,67	2,88	3,08	3,28	3,45	3,58	3,67						
≥ 3	0,29	0,53	0,85	0,95	1,09	1,33	1,55	1,68	2,00	2,30	2,58	2,83	3,07	3,28	3,51	3,71	3,86	3,98							
80	1	0,31	0,55	0,88	0,99	1,14	1,38	1,60	1,73	2,05	2,34	2,61	2,85	3,06	3,24	3,42	3,56	3,64	3,66						
	1,05	0,32	0,57	0,92	1,03	1,19	1,44	1,67	1,81	2,15	2,47	2,75	3,01	3,24	3,45	3,65	3,81	3,92	3,97						
	1,2	0,33	0,59	0,96	1,07	1,24	1,50	1,75	1,89	2,25	2,59	2,90	3,18	3,43	3,65	3,89	4,07	4,20	4,27						
	1,5	0,34	0,61	0,99	1,11	1,28	1,56	1,82	1,97	2,36	2,71	3,04	3,34	3,61	3,86	4,12	4,33	4,48	4,58						
≥ 3	0,35	0,64	1,03	1,15	1,33	1,62	1,90	2,06	2,46	2,84	3,18	3,51	3,80	4,06	4,35	4,58	4,77	4,89							
90	1	0,37	0,67	1,09	1,21	1,40	1,70	1,98	2,14	2,55	2,93	3,26	3,57	3,84	4,07	4,30	4,46	4,55	4,56						
	1,05	0,38	0,69	1,12	1,26	1,45	1,76	2,06	2,23	2,65	3,05	3,41	3,73	4,02	4,27	4,53	4,71	4,83	4,87						
	1,2	0,39	0,71	1,16	1,30	1,50	1,82	2,13	2,31	2,76	3,17	3,55	3,90	4,21	4,48	4,76	4,97	5,11	5,17						
	1,5	0,40	0,74	1,19	1,34	1,55	1,88	2,20	2,39	2,86	3,30	3,70	4,06	4,39	4,68	4,99	5,23	5,39	5,48						
≥ 3	0,41	0,76	1,23	1,38	1,60	1,95	2,28	2,47	2,96	3,42	3,84	4,23	4,58	4,89	5,22	5,48	5,68	5,79							
100	1	0,43	0,79	1,28	1,44	1,66	2,02	2,36	2,55	3,05	3,49	3,90	4,26	4,58	4,85	5,10	5,27	5,35	5,32						
	1,05	0,44	0,81	1,32	1,48	1,71	2,08	2,43	2,64	3,15	3,62	4,05	4,43	4,76	5,05	5,34	5,53	5,63	5,63						
	1,2	0,45	0,83	1,35	1,52	1,76	2,14	2,51	2,72	3,25	3,74	4,19	4,59	4,95	5,26	5,57	5,79	5,92	5,94						
	1,5	0,46	0,85	1,39	1,56	1,81	2,20	2,58	2,80	3,35	3,86	4,33	4,76	5,13	5,46	5,80	6,05	6,20	6,25						
≥ 3	0,47	0,87	1,43	1,60	1,86	2,27	2,66	2,88	3,46	3,99	4,48	4,92	5,32	5,67	6,03	6,30	6,48	6,56							
112	1	0,51	0,93	1,52	1,70	1,97	2,40	2,80	3,04	3,62	4,16	4,64	5,06	5,42	5,72	5,99	6,14	6,16	6,05						
	1,05	0,52	0,95	1,55	1,74	2,02	2,46	2,88	3,12	3,73	4,28	4,78	5,23	5,61	5,92	6,22	6,40	6,45	6,36						
	1,2	0,53	0,98	1,59	1,78	2,07	2,52	2,95	3,20	3,83	4,41	4,93	5,39	5,79	6,13	6,45	6,65	6,73	6,66						
	1,5	0,54	1,00	1,63	1,83	2,12	2,58	3,03	3,28	3,93	4,53	5,07	5,55	5,98	6,33	6,68	6,91	7,01	6,97						
≥ 3	0,55	1,02	1,66	1,87	2,17	2,65	3,10	3,37	4,04	4,65	5,21	5,72	6,16	6,54	6,91	7,17	7,29	7,28							
125	1	0,59	1,09	1,77	1,99	2,30	2,80	3,28	3,55	4,24	4,85	5,40	5,88	6,27	6,58	6,83	7,92	6,84	6,57						
	1,05	0,60	1,11	1,81	2,03	2,35	2,86	3,35	3,63	4,34	4,98	5,55	6,04	6,46	6,78	7,06	7,18	7,12	6,88						
	1,2	0,61	1,13	1,84	2,07	2,40	2,93	3,43	3,72	4,44	5,10	5,69	6,21	6,64	6,99	7,29	7,44	7,41	7,19						
	1,5	0,62	1,15	1,88	2,11	2,45	2,99	3,50	3,80	4,54	5,22	5,83	6,37	6,83	7,19	7,52	7,69	7,69	7,50						
≥ 3	0,63	1,17	1,91	2,15	2,50	3,05	3,58	3,88	4,65	5,35	5,98	6,53	7,01	7,40	7,75	7,95	7,97	7,81							
140	1	0,68	1,26	2,06	2,31	2,68	3,26	3,82	4,13	4,92	5,63	6,24	6,75	7,16	7,45	7,64	7,60	7,34	6,81						
	1,05	0,69	1,28	2,09	2,35	2,73	3,32	3,89	4,21	5,02	5,75	6,38	6,92	7,35	7,66	7,87	7,86	7,62	7,12						
	1,2	0,70	1,30	2,13	2,39	2,77	3,39	3,96	4,30	5,13	5,87	6,53	7,08	7,53	7,86	8,10	8,12	7,90	7,43						
	1,5	0,71	1,32	2,17	2,43	2,82	3,45	4,04	4,38	5,23	6,00	6,67	7,25	7,72	8,07	8,33	8,37	8,18	7,74						
≥ 3	0,72	1,34	2,20	2,47	2,87	3,51	4,11	4,46	5,33	6,12	6,81	7,41	7,90	8,27	8,56	8,63	8,47	8,04							
160	1	0,80	1,49	2,44	2,73	3,17	3,86	4,51	4,88	5,80	6,60	7,27	7,81	8,19	8,40	8,41	8,11	7,47	6,45						
	1,05	0,81	1,51	2,47	2,78	3,22	3,92	4,59	4,97	5,90	6,72	7,42	7,97	8,37	8,61	8,64	8,37	7,75	6,76						
	1,2	0,82	1,53	2,51	2,82	3,27	3,98	4,66	5,05	6,00	6,84	7,56	8,13	8,56	8,81	8,88	8,62	8,03	7,07						
	1,5	0,83	1,55	2,54	2,86	3,32	4,05	4,74	5,13	6,11	6,97	7,70	8,30	8,74	9,02	9,11	8,88	8,31	7,36						
≥ 3	0,84	1,57	2,58	2,90	3,37	4,11	4,81	5,21	6,21	7,09	7,85	8,46	8,93	9,22	9,34	9,14	8,80	7,68							
180	1	0,92	1,71	2,81	3,15	3,65	4,45	5,19	5,61	6,63	7,50	8,20	8,71	9,01	9,08	8,81	8,11	6,93	5,22						
	1,05	0,93	1,74	2,84	3,19	3,70	4,51	5,26	5,69	6,74	7,63	8,35	8,88	9,20	9,29	9,04	8,36	7,21	5,53						
	1,2	0,94	1,76	2,88	3,23	3,75	4,57	5,34	5,77	6,84	7,75	8,49	9,04	9,38	9,49	9,28	8,62	7,49	5,84						
	1,5	0,95	1,78	2,92	3,28	3,80	4,63	5,41	5,86	6,94	7,87	8,63	9,21	9,57	9,70	9,51	8,88	7,77	6,15						
≥ 3	0,96	1,80	2,95	3,32	3,85	4,69	5,49	5,94	7,04	8,00	8,78	9,37	9,75	9,90	9,74	9,14	8,06	6,45							
v in $\text{m/s} \approx$		5			10			15			20			25			30			35			40		
Scheibenwerkstoff		normal															hochfest								
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet															dynamisch ausgewuchtet								

Nennleistung P_N für Profil SPZ (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

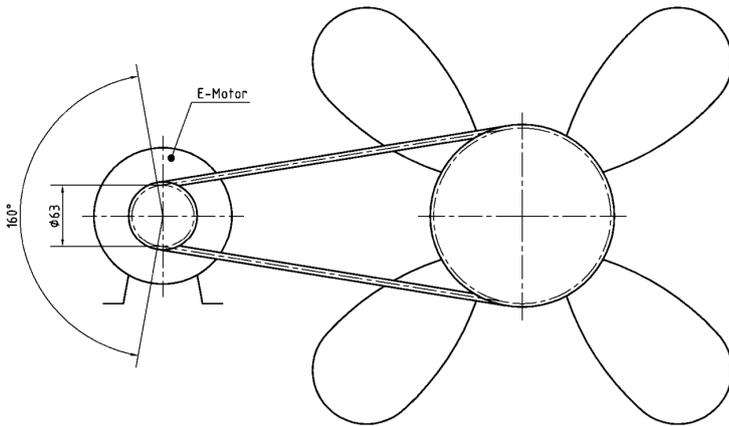
d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																	
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000
		Nennleistung P_N in kW																	
90	1	0,43	0,75	1,17	1,30	1,48	1,76	2,02	2,16	2,49	2,77	3,00	3,16	3,26	3,29	3,24	3,07	2,77	2,34
	1,05	0,45	0,80	1,25	1,39	1,59	1,90	2,18	2,34	2,72	3,05	3,32	3,53	3,67	3,76	3,76	3,64	3,40	3,03
	1,2	0,47	0,85	1,34	1,49	1,70	2,04	2,35	2,53	2,96	3,33	3,64	3,90	4,09	4,22	4,28	4,22	4,04	3,72
	1,5	0,50	0,89	1,42	1,58	1,81	2,18	2,52	2,71	3,19	3,60	3,96	4,27	4,50	4,68	4,80	4,80	4,67	4,41
	≥ 3	0,52	0,94	1,50	1,67	1,92	2,32	2,69	2,90	3,42	3,88	4,29	4,83	4,92	5,14	5,32	5,37	5,31	5,10
100	1	0,53	0,94	1,49	1,65	1,89	2,27	2,61	2,80	3,27	3,67	3,99	4,25	4,42	4,50	4,48	4,31	3,97	3,46
	1,05	0,55	0,99	1,57	1,75	2,00	2,41	2,78	2,99	3,50	3,94	4,32	4,61	4,83	4,96	5,00	4,89	4,61	4,15
	1,2	0,57	1,03	1,65	1,84	2,11	2,54	2,95	3,17	3,73	4,22	4,64	4,98	5,25	5,43	5,52	5,46	5,24	4,84
	1,5	0,60	1,08	1,73	1,93	2,22	2,68	3,11	3,36	3,96	4,50	4,96	5,35	5,66	5,89	6,04	6,04	5,88	5,53
	≥ 3	0,62	1,131	1,81	2,02	2,33	2,82	3,28	3,54	4,19	4,78	5,29	5,72	6,08	6,35	6,56	6,62	6,51	6,22
112	1	0,64	1,18	1,86	2,07	2,38	2,86	3,31	3,57	4,18	4,71	5,15	5,49	5,72	5,85	5,83	5,61	5,16	4,47
	1,05	0,67	1,21	1,94	2,16	2,49	3,00	3,48	3,75	4,41	4,99	5,47	5,86	6,14	6,31	6,35	6,18	5,80	5,17
	1,2	0,69	1,26	2,02	2,26	2,60	3,14	3,65	3,94	4,64	5,27	5,79	6,23	6,55	6,77	6,87	6,76	6,43	5,86
	1,5	0,71	1,30	2,10	2,35	2,71	3,28	3,82	4,12	4,87	5,54	6,12	6,60	6,97	7,23	7,39	7,34	7,06	6,55
	≥ 3	0,74	1,35	2,18	2,44	2,82	3,42	3,98	4,30	5,11	5,82	6,44	6,96	7,38	7,69	7,91	7,91	7,70	7,24
125	1	0,77	1,40	2,25	2,52	2,90	3,50	4,06	4,38	5,15	5,80	6,34	6,76	7,03	7,16	7,09	6,75	6,11	5,14
	1,05	0,79	1,45	2,33	2,61	3,01	3,64	4,23	4,56	5,38	6,08	6,67	7,13	7,45	7,62	7,61	7,33	6,74	5,83
	1,2	0,82	1,50	2,42	2,70	3,12	3,78	4,40	4,75	5,61	6,36	6,99	7,49	7,86	8,08	8,13	7,90	7,37	6,52
	1,5	0,84	1,54	2,50	2,80	3,23	3,92	4,56	4,93	5,84	6,63	7,31	7,86	8,28	8,54	8,65	8,48	8,01	7,21
	≥ 3	0,86	1,59	2,58	2,89	3,34	4,06	4,73	5,12	6,07	6,91	7,63	8,23	8,69	9,01	9,17	9,06	8,64	7,91
140	1	0,92	1,68	2,71	3,03	3,49	4,23	4,91	5,29	6,22	7,01	7,64	8,11	8,39	8,48	8,27	7,69	6,71	5,28
	1,05	0,94	1,72	2,79	3,12	3,60	4,37	5,07	5,48	6,45	7,29	7,97	8,48	8,81	8,94	8,79	8,27	7,34	5,97
	1,2	0,96	1,77	2,87	3,21	3,71	4,50	5,24	5,66	6,68	7,56	8,29	8,85	9,22	9,40	9,31	8,85	7,98	6,66
	1,5	0,99	1,82	2,95	3,31	3,82	4,64	5,41	5,84	6,91	7,84	8,61	9,22	9,64	9,86	9,83	9,42	8,61	7,35
	≥ 3	1,01	1,86	3,03	3,40	3,93	4,78	5,58	6,03	7,14	8,12	8,94	9,59	10,05	10,32	10,35	10,00	9,25	8,05
160	1	1,11	2,04	3,30	3,70	4,27	5,17	6,01	6,47	7,60	8,53	9,24	9,72	9,94	9,87	9,34	8,28	6,62	4,31
	1,05	1,13	2,08	3,38	3,79	4,38	5,31	6,17	6,66	7,83	8,80	9,57	10,09	10,35	10,33	9,86	8,85	7,25	5,00
	1,2	1,15	2,13	3,46	3,88	4,49	5,45	6,34	6,84	8,06	9,08	9,89	10,46	10,77	10,79	10,38	9,43	7,88	5,70
	1,5	1,18	2,18	3,55	3,98	4,60	5,59	6,51	7,03	8,29	9,36	10,21	10,83	11,18	11,25	10,90	10,01	8,25	6,39
	≥ 3	1,20	2,22	3,63	4,07	4,71	5,73	6,68	7,21	8,52	9,63	10,53	11,20	11,60	11,72	11,42	10,58	9,15	7,08
180	1	1,30	2,39	3,89	4,36	5,04	6,10	7,07	7,62	8,90	9,93	10,67	11,09	11,15	10,81	9,78	7,99	5,38	1,88
	1,05	1,32	2,44	3,97	4,45	5,15	6,23	7,24	7,80	9,13	10,21	11,00	11,46	11,56	11,27	10,29	8,57	6,02	2,57
	1,2	1,34	2,49	4,05	4,54	5,25	6,37	7,41	7,99	9,37	10,49	11,32	11,83	11,98	11,73	10,81	9,15	6,65	3,26
	1,5	1,37	2,53	4,13	4,64	5,36	6,51	7,57	8,17	9,60	10,76	11,64	12,20	12,39	12,19	11,33	9,72	7,29	3,95
	≥ 3	1,39	2,58	4,21	4,73	5,47	6,655	7,74	8,35	9,83	11,04	11,96	12,56	12,81	12,65	11,85	10,30	7,92	4,64
200	1	1,49	2,75	4,47	5,01	5,79	7,00	8,10	8,72	10,13	11,22	11,92	12,19	11,98	11,25	9,50	6,75	2,89	
	1,05	1,51	2,79	4,55	5,10	5,89	7,14	8,27	8,90	10,37	11,49	12,24	12,56	12,40	11,71	10,02	7,33	3,52	
	1,2	1,53	2,84	4,63	5,19	6,00	7,27	8,44	9,08	10,60	11,77	12,56	12,93	12,81	12,17	10,54	7,91	4,16	
	1,5	1,55	2,89	4,71	5,29	6,11	7,41	8,61	9,27	10,83	12,05	12,89	13,30	13,23	12,63	11,06	8,48	4,79	
	≥ 3	1,58	2,93	4,79	5,38	6,22	7,55	8,77	9,45	11,06	12,32	13,21	13,67	13,64	13,09	11,58	9,06	5,43	
224	1	1,71	3,17	5,16	5,77	6,67	8,05	9,30	9,97	11,51	12,59	13,15	13,13	12,45	11,04	8,15	3,87		
	1,05	1,73	3,21	5,24	5,87	6,78	8,19	9,46	10,16	11,74	12,86	13,47	13,49	12,86	11,50	8,67	4,44		
	1,2	1,75	3,26	5,32	5,96	6,89	8,33	9,63	10,34	11,97	13,14	13,79	13,86	13,28	11,96	9,19	5,02		
	1,5	1,78	3,30	5,40	6,05	6,99	8,46	9,80	10,53	12,20	13,42	14,12	14,23	13,69	12,42	9,17	5,60		
	≥ 3	1,80	3,35	5,48	6,14	7,10	8,60	9,96	10,71	12,43	13,69	14,44	14,60	14,11	12,89	10,23	6,17		
250	1	1,95	3,62	5,88	6,59	7,60	9,15	10,53	11,26	12,85	13,84	14,13	13,62	12,22	9,83	5,29			
	1,05	1,97	3,66	5,97	6,68	7,71	9,29	10,69	11,44	13,08	14,12	14,45	13,99	12,64	10,29	5,81			
	1,2	1,99	3,71	6,05	6,77	7,82	9,43	10,86	11,63	13,31	14,39	14,77	14,36	13,05	10,75	6,33			
	1,5	2,02	3,75	6,13	6,87	7,93	9,56	11,03	11,81	13,54	14,67	15,10	14,73	13,47	11,21	6,85			
	≥ 3	2,04	3,80	6,21	6,96	8,04	9,70	11,19	12,00	13,77	14,95	15,42	15,10	13,88	11,67	7,36			
v in m/s ≈		5		10		15		20		25		30		35		40			
Scheibenwerkstoff		normal								hochfest									
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet								dynamisch ausgewuchtet									

Nennleistung P_N für Profil SPA (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																	
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	1800	2000	2200	2400	2800	3200	3600	4000	4500	
		Nennleistung P_N in kW																	
140	1	1.08	1.92	3.02	3.35	3.83	4.55	5.19	5.54	5.95	6.31	6.62	6.86	7.15	7.17	6.89	6.28	5.00	
	1,05	1.12	2.02	3.19	3.55	4.06	4.84	5.55	5.93	6.39	6.80	7.15	7.44	7.84	7.95	7.77	7.25	6.10	
	1,2	1.17	2.12	3.36	3.74	4.29	5.14	5.90	6.32	6.83	7.29	7.69	8.03	8.52	8.73	8.65	8.23	7.20	
	1,5	1.22	2.21	3.53	3.94	4.52	5.43	6.25	6.71	7.27	7.78	8.23	8.61	9.20	9.15	9.52	9.20	8.30	
	≥ 3	1.27	2.31	3.70	4.13	4.76	5.72	6.61	7.10	7.71	8.26	8.76	9.20	9.89	10.29	10.40	10.18	9.39	
160	1	1.37	2.47	3.92	4.37	5.01	5.98	6.86	7.33	7.89	8.38	8.80	9.13	9.52	9.53	9.10	8.21	6.36	
	1,05	1.41	2.57	4.10	4.57	5.24	6.28	7.21	7.72	8.33	8.87	9.33	9.71	10.20	10.31	9.98	9.18	7.46	
	1,2	1.46	2.66	4.27	4.76	5.47	6.57	7.56	8.11	8.77	9.36	9.87	10.30	10.89	11.09	10.86	10.16	8.55	
	1,5	1.51	2.76	4.44	4.96	5.70	6.86	7.92	8.50	9.21	9.85	10.41	10.88	11.57	11.87	11.74	11.13	9.65	
	≥ 3	1.56	2.86	4.61	5.15	5.93	7.15	7.27	8.89	9.65	10.33	10.94	11.47	12.25	12.65	12.61	12.11	10.75	
180	1	1.65	3.01	4.82	5.37	6.16	7.38	8.46	9.05	9.74	10.34	10.83	11.21	11.62	11.49	10.77	9.40	6.68	
	1,05	1.70	3.11	4.99	5.57	6.40	7.67	8.82	9.44	10.18	10.83	11.37	11.80	12.30	12.27	11.65	10.37	7.77	
	1,2	1.75	3.20	5.16	5.76	6.63	7.97	9.17	9.83	10.62	11.32	11.91	12.39	12.98	13.05	12.52	11.35	8.87	
	1,5	1.80	3.30	5.33	5.96	6.86	8.26	9.53	10.22	11.06	11.80	12.44	12.97	13.66	13.83	13.40	12.32	9.97	
	≥ 3	1.85	3.40	5.50	6.15	7.09	8.55	9.88	10.61	11.50	12.29	12.98	13.56	14.35	14.61	14.28	13.30	11.07	
200	1	1.94	3.54	5.69	6.35	7.30	8.74	10.02	10.70	11.50	12.18	12.72	13.11	13.41	13.01	11.83	9.77	5.85	
	1,05	1.99	3.64	5.86	6.55	7.53	9.04	10.37	11.09	11.94	12.67	13.25	13.69	14.10	13.79	12.71	10.75	6.95	
	1,2	2.03	3.74	6.03	6.75	7.76	9.33	10.73	11.48	12.38	13.155	13.79	14.28	14.78	14.57	13.59	11.72	8.04	
	1,5	2.08	3.84	6.21	6.94	7.99	9.62	11.08	11.87	12.82	13.64	14.33	14.86	15.46	15.36	14.46	12.70	9.14	
	≥ 3	2.13	3.93	6.38	7.14	8.23	9.91	11.43	12.26	13.26	14.13	14.86	15.45	16.14	16.14	15.34	13.68	10.24	
224	1	2.28	4.18	6.73	7.52	8.63	10.33	11.81	12.59	13.49	14.21	14.76	15.10	15.14	14.22	12.23	9.04	3.18	
	1,05	2.32	4.28	6.90	7.71	8.86	10.62	12.17	12.98	13.93	14.70	15.29	15.69	15.83	15.00	13.11	10.01	4.28	
	1,2	2.37	4.37	7.07	7.91	9.10	10.92	12.52	13.37	14.37	15.19	15.83	16.27	16.51	15.78	13.98	10.99	5.38	
	1,5	2.42	4.47	7.24	8.10	9.33	11.21	12.87	13.76	14.80	15.68	16.37	16.86	17.19	16.57	14.86	11.96	6.47	
	≥ 3	2.47	4.57	7.41	8.30	9.56	11.50	13.23	14.15	15.24	16.16	16.90	17.44	17.87	17.35	15.74	12.94	7.57	
250	1	2.64	4.86	7.84	8.75	10.04	11.99	13.66	14.51	15.47	16.19	16.68	16.89	16.44	14.69	11.48	6.63		
	1,05	2.69	4.96	8.01	8.94	10.27	12.28	14.01	14.90	15.91	16.68	17.21	17.47	17.13	15.47	12.36	7.61		
	1,2	2.74	5.05	8.18	9.14	10.50	12.57	14.37	15.29	16.35	17.17	17.75	18.06	17.81	16.25	13.23	8.58		
	1,5	2.79	5.15	8.35	9.33	10.74	12.87	14.72	15.68	16.78	17.66	18.28	18.65	18.49	17.03	14.11	9.56		
	≥ 3	2.83	5.25	8.52	9.53	10.97	13.16	15.07	16.07	17.22	18.15	18.82	19.23	19.17	17.81	14.99	10.53		
280	1	3.05	5.63	9.09	10.14	11.62	13.82	15.65	16.56	17.52	18.17	18.48	18.43	17.13	14.04	8.92	1.55		
	1,05	3.10	5.73	9.26	10.33	11.85	14.11	16.01	16.95	17.96	18.65	19.01	19.01	17.81	14.82	9.80	2.53		
	1,2	3.15	5.83	9.43	10.53	12.08	14.41	16.36	17.34	18.39	19.14	19.55	19.60	18.49	15.60	10.68	3.50		
	1,5	3.20	5.93	9.60	10.72	12.32	14.70	16.72	17.73	18.83	19.63	20.09	20.18	19.18	16.38	11.56	4.48		
	≥ 3	3.25	6.02	9.77	10.92	12.55	14.99	17.07	18.12	19.27	20.12	20.62	20.77	19.86	17.16	12.43	5.45		
315	1	3.53	6.53	10.51	11.71	13.40	15.84	17.79	18.70	19.56	20.00	19.97	19.44	16.71	11.47	3.40			
	1,05	3.58	6.62	10.68	11.91	13.63	16.13	18.15	19.09	20.00	20.49	20.51	20.03	17.39	12.25	4.28			
	1,2	3.63	6.72	10.85	12.11	13.86	16.43	18.50	19.48	20.44	20.97	21.05	20.61	18.07	13.03	5.16			
	1,5	3.68	6.82	11.02	12.30	14.09	16.72	18.85	19.87	20.88	21.46	21.58	21.20	18.76	13.81	6.04			
	≥ 3	3.73	6.92	11.19	12.50	14.32	17.01	19.21	20.26	21.32	21.95	22.12	21.78	19.44	14.59	6.91			
355	1	4.08	7.53	12.10	13.46	15.33	17.99	19.96	20.78	21.39	21.42	20.79	19.46	14.45	5.91				
	1,05	4.12	7.63	12.27	13.65	15.57	18.28	20.31	21.17	21.83	21.91	21.33	20.05	15.13	6.69				
	1,2	4.17	7.73	12.44	13.85	15.80	18.57	20.67	21.56	22.27	22.39	21.87	20.63	15.81	7.47				
	1,5	4.22	7.82	12.61	14.04	16.03	18.86	21.02	21.95	22.71	22.88	22.40	21.22	16.50	8.25				
	≥ 3	4.27	7.92	12.78	14.24	16.26	19.16	21.37	22.34	23.15	23.37	22.94	21.80	17.18	9.03				
400	1	4.68	8.64	13.82	15.34	17.39	20.17	22.02	22.62	22.76	22.07	20.46	17.87	9.37					
	1,05	4.73	8.74	13.99	15.53	17.62	20.46	22.37	23.01	23.19	22.55	21.00	18.46	10.05					
	1,2	4.78	8.84	14.16	15.73	17.85	20.75	22.72	23.40	23.63	23.04	21.54	19.04	10.74					
	1,5	4.83	8.94	14.33	15.92	18.09	21.05	23.08	23.79	24.07	23.53	22.07	19.63	11.42					
	≥ 3	4.87	9.03	14.50	16.12	18.32	21.34	23.43	24.18	24.51	24.02	22.61	20.21	12.10					
v in m/s ≈		5	10	15	20	25	30	35	40										
Scheibenwerkstoff		normal								hochfest									
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet						dynamisch ausgewuchtet											

Nennleistung P_N für Profil SPB (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 012



Ein Lüfterrad soll von einem Elektromotor angetrieben werden. Hierzu ist ein Riemengetriebe auszulegen, das den Motor ($n_M = 2800 \frac{1}{\text{min}}$) den Lüfter im Betriebspunkt ($n_L = 900 \frac{1}{\text{min}}$, $M_L = 50 \text{ Nm}$) antreiben lässt.

Auf dem Motor ist eine Riemenscheibe mit einem Wirkdurchmesser von $d_{wk} = 63 \text{ mm}$ montiert.

Der Riementrieb hat eine Wirklänge von $l_w = 1120 \text{ mm}$ und einen Umschlingungswinkel an der Riemenscheibe des Motors von $\beta_k = 160^\circ$. Als scheinbarer Reibwert (Keilwirkung bereits berücksichtigt) kann $\mu_G = 3$ angenommen werden.

Der Elektromotor ist als leichte Antriebsmaschine und der Lüfter als leichte Arbeitsmaschine anzusehen, wobei ein 24 h Betrieb vorgesehen ist.

Aus Tabellen / Diagrammen entnommene Werte sind eindeutig zu markieren.

E-RK 1

Wählen Sie ein Riemenprofil aus, das den Anforderungen genügt.

Lösung:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M = 2 \cdot \pi \cdot 900 \frac{1}{\text{min}} \cdot 50 \text{ Nm} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}} \approx 4.712,39 \text{ W}$$

$$c_2 = 1,2$$

$$P \cdot c_2 = 4.712,39 \text{ W} \cdot 1,2 \approx 5.654,87 \text{ W}$$

$$n_k = 2.800 \frac{1}{\text{min}}$$

Riemenprofil: **SPZ**

E-RK 2

Nennen Sie die Anzahl z der Riemen, die benötigt wird, um die Leistung zu übertragen.

Lösung:

$$n_k = n_{\text{an}} = 2.800 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{\text{ab}} = 900 \text{ min}^{-1}$$

$$i = \frac{n_{\text{an}}}{n_{\text{ab}}} = \frac{2.800 \text{ min}^{-1}}{900 \text{ min}^{-1}} \approx 3,11$$

$$d_{\text{wk}} = 63 \text{ mm}$$

$$c_1 = 0,95 \quad c_2 = 1,2 \quad c_3 = 0,93$$

$$P = 4.712,39 \text{ W}$$

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3} = \frac{4.712,39 \text{ W} \cdot 1,2}{2.030 \text{ W} \cdot 0,95 \cdot 0,93} \approx 3,15 \Rightarrow 4$$

E-RK 3

Berechnen Sie die Achskraft F_A , die auf die Welle des Elektromotors wirkt.

Lösung:

$$M_{\text{an}} = \frac{M_{\text{ab}}}{i} = \frac{50 \text{ Nm}}{3,11} = 16,07 \text{ Nm}$$

$$M_{\text{an Grenz}} = \frac{d_k}{2} \cdot F_2 \cdot (e^{\mu_G \beta} - 1)$$

$$\Leftrightarrow F_2 = \frac{M_{\text{an Grenz}} \cdot 2}{d_k \cdot (e^{\mu_G \beta} - 1)} = \frac{16,07 \text{ Nm} \cdot 2}{0,063 \text{ m} \cdot (e^{3 \cdot 2,79} - 1)} \approx 0,1182 \text{ N}$$

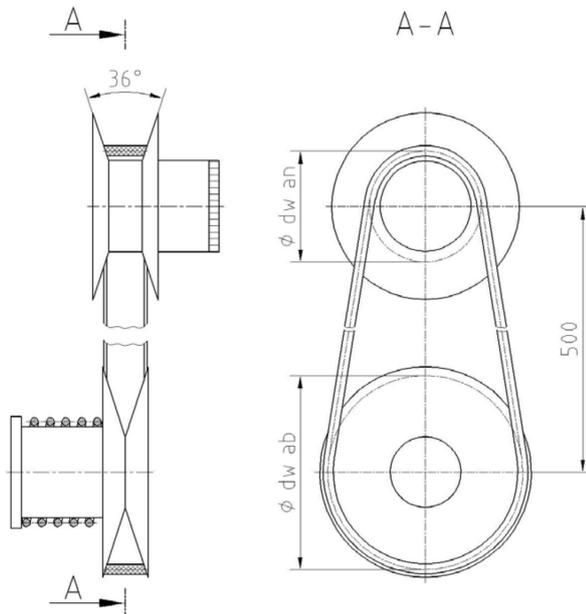
$$F_{1 \text{ Grenz}} = F_2 \cdot e^{\mu_G \beta} = 0,1174 \text{ N} \cdot e^{3 \cdot 2,79} \approx 510,108 \text{ N}$$

$$F_A = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta}$$

$$F_A = \sqrt{(510,1)^2 \text{ N} + (0,1182)^2 \text{ N} - 2 \cdot 510,1 \text{ N} \cdot 0,1182 \text{ N} \cdot \cos 160^\circ} = 510,21 \text{ N}$$

Übungsaufgabe RK 013

E-RK Der Antrieb einer Werkzeugmaschine ist mit einem stufenlos verstellbaren Keilriementrieb (siehe Skizze) realisiert. Dieser besteht aus einer mit einem Handrad einstellbaren Antriebs- und einer federbelasteten Abtriebsscheibe, welche die Vorspannung des Riementriebs übernimmt.



Wirkdurchmesser der Antriebsscheibe
Wirkdurchmesser der Abtriebsscheibe
Achsabstand
Reibbeiwert

$d_{w\ an} = 50 \dots 175\ \text{mm}$
 $d_{w\ ab} = 75 \dots 200\ \text{mm}$
 $e = 500\ \text{mm}$
 $\mu_G = 0,75$

Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

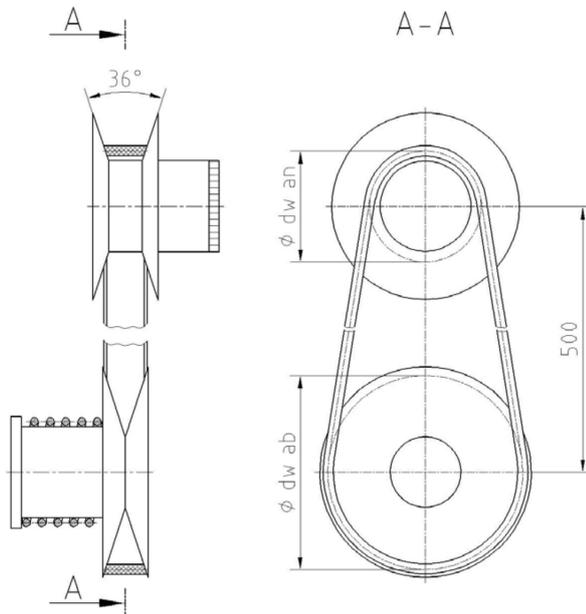
$$i \approx 1,015 \cdot \frac{d_{ab}}{d_{an}}$$

- E-RK 1** Geben Sie das Übersetzungsverhältnis an, das mit diesem Riementrieb realisiert werden kann.
- E-RK 2** In einem vergleichbaren Riementrieb ist eine Feder mit einer Steifigkeit $c = 30\ \text{kN/m}$ verbaut. Die Feder ist um $10\ \text{mm}$ vorgespannt.

Berechnen Sie das maximal übertragbare Antriebsmoment $T_{an\ grenz}$ bei einem Übersetzungsverhältnis $i = 1$.

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 013

E-RK Der Antrieb einer Werkzeugmaschine ist mit einem stufenlos verstellbaren Keilriementrieb (siehe Skizze) realisiert. Dieser besteht aus einer mit einem Handrad einstellbaren Antriebs- und einer federbelasteten Abtriebsscheibe, welche die Vorspannung des Riementriebs übernimmt.



Wirkdurchmesser der Antriebsscheibe
Wirkdurchmesser der Abtriebsscheibe
Achsabstand
Reibbeiwert

$d_{w\ an} = 50 \dots 175\ \text{mm}$
 $d_{w\ ab} = 75 \dots 200\ \text{mm}$
 $e = 500\ \text{mm}$
 $\mu_G = 0,75$

Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

$$i \approx 1,015 \cdot \frac{d_{ab}}{d_{an}}$$

E-RK 1 Geben Sie das Übersetzungsverhältnis an, das mit diesem Riementrieb realisiert werden kann.

Lösung:

mit $i \approx 1,015 \cdot \frac{d_{ab}}{d_{an}}$

$$\Rightarrow 1,015 \cdot \frac{d_{w\ ab, \min}}{d_{w\ an, \max}} = 1,015 \cdot \frac{75\ \text{mm}}{175\ \text{mm}} = 0,435 \leq i \leq 4,06 = 1,015 \cdot \frac{200\ \text{mm}}{50\ \text{mm}} = 1,015 \cdot \frac{d_{w\ ab, \max}}{d_{w\ an, \min}}$$

E-RK 2 In einem vergleichbaren Riementrieb ist eine Feder mit einer Steifigkeit $c = 30 \text{ kN/m}$ verbaut. Die Feder ist um 10 mm vorgespannt.

Berechnen Sie das maximal übertragbare Antriebsmoment $T_{\text{an grenz}}$ bei einem Übersetzungsverhältnis $i = 1$.

Lösung:

$$F_A = (F_1 + F_2) \quad \text{für } \beta = 180^\circ, \text{ bei } i = 1$$

$$F_1 = F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta}$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{F_A}{e^{\mu_G \cdot \beta} + 1}$$

$$F_A = \tan \frac{\alpha}{2} \cdot F_{\text{Feder}}$$

$$F_{\text{Feder}} = (\Delta s + 10 \text{ mm}) \cdot c$$

$$\Delta s = \tan \frac{\alpha}{2} \cdot \Delta d_{\text{w ab}}$$

$$T_{\text{an grenz}} = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d_{\text{w an}}}{2} = \frac{d_{\text{w an}}}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \cdot \left(\tan \frac{\alpha}{2} \cdot \Delta d_{\text{w ab}} + 10 \text{ mm} \right) \cdot c \cdot \frac{e^{\mu_G \cdot \beta} - 1}{e^{\mu_G \cdot \beta} + 1}$$

$$\text{mit } i = 1: \Rightarrow \beta = 2 \cdot \pi \cdot \frac{180^\circ}{360^\circ} = \pi$$

$$d_{\text{w an}} + d_{\text{w ab}} = 250 \text{ mm}$$

$$i \approx 1,015 \cdot \frac{d_{\text{w ab}}}{d_{\text{w an}}} = 1 \Rightarrow d_{\text{w an}} = 1,015 \cdot d_{\text{w ab}}$$

$$\Rightarrow 1,015 \cdot d_{\text{w ab}} + d_{\text{w ab}} = d_{\text{w ab}} \cdot (1,015 + 1) = 250 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow d_{\text{w ab}} = \frac{250 \text{ mm}}{2,015} = 124,07 \text{ mm} \approx 124 \text{ mm}$$

$$d_{\text{w an}} = 250 \text{ mm} - 124 \text{ mm} = 126 \text{ mm}$$

$$\Delta d_{\text{w ab}} = d_{\text{w ab, max}} - d_{\text{w ab}} = 200 \text{ mm} - 124 \text{ mm} = 76 \text{ mm}$$

$$\mu'_G = \frac{\mu_G}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,75}{\sin 18^\circ} = 2,43$$

$$T_{\text{an grenz}} = \frac{126 \text{ mm}}{2} \cdot \left(\frac{e^{2,43 \cdot \pi} - 1}{e^{2,43 \cdot \pi} + 1} \right) \cdot \tan 18^\circ \cdot 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot (\tan 18^\circ \cdot 76 \text{ mm} + 10 \text{ mm})$$

$$T_{\text{an grenz}} = 21,28 \text{ Nm}$$

Übungsaufgabe RK 014

Ein Flachriementrieb wird durch Achsabstandsvergrößerung auf eine Trumkraft von je $F = 1.000 \text{ N}$ vorgespannt. Das Übersetzungsverhältnis ist $i = 1$; der Reibwert ist $\mu = 0,5$; der Scheibendurchmesser beträgt $d = 200 \text{ mm}$.

E-RK 1

Welches Moment M_t kann maximal übertragen werden?

E-RK 2

Es soll ein Moment von $M_t = 200 \text{ Nm}$ übertragen werden. Welche Vorspannkraft (Trumkraft) je Trum ist hierfür erforderlich?

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 014

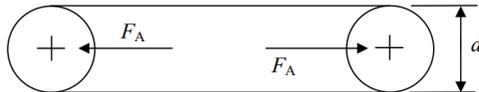
Ein Flachriementrieb wird durch Achsabstandsvergrößerung auf eine Trumkraft von je $F = 1.000 \text{ N}$ vorgespannt. Das Übersetzungsverhältnis ist $i = 1$; der Reibwert ist $\mu = 0,5$; der Scheibendurchmesser beträgt $d = 200 \text{ mm}$.

E-RK 1

Welches Moment M_t kann maximal übertragen werden?

Lösung:

Skizze:



$$i = 1; \rightarrow \beta = 180^\circ = \pi \text{ (an beiden Scheiben!)}$$

In Ruhe: $F_1 = F_2 = F = 1.000 \text{ N}$ und $F_A = F_1 + F_2 = 2F = 2.000 \text{ N}$ ($d_{ai} = 1$)

$$1. \quad M_T = F_1 \cdot \frac{d}{2} = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d}{2}$$

$$2. \quad F_1 = F_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta}$$

$$F_A = F_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta} + F_2 = 2.000 \text{ N} \quad \Leftrightarrow \quad F_2 \cdot (e^{\mu \cdot \beta} + 1) = 2.000 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{2.000 \text{ N}}{e^{\mu \cdot \beta} + 1} \quad \Rightarrow \quad F_2 = \frac{2.000 \text{ N}}{e^{0,5 \cdot \pi} + 1} = 344,2 \text{ N}$$

$$F_1 = F_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta} = 344,2 \text{ N} \cdot e^{0,5 \cdot \pi} = 1.655,8 \text{ N}$$

In 1: $M_T = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d}{2} = (1.655,8 \text{ N} - 344,2 \text{ N}) \cdot \frac{0,2 \text{ m}}{2}$

$$\underline{M_T = 131,16 \text{ Nm}}$$

E-RK 2

Es soll ein Moment von $M_t = 200 \text{ Nm}$ übertragen werden. Welche Vorspannkraft (Trumkraft) je Trum ist hierfür erforderlich?

Lösung:

$$M_T = 200 \text{ Nm}$$

$$M_T = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d}{2}$$

$$F_1 = F_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta}$$

$$M_T = F_2 \cdot (e^{\mu \cdot \beta} - 1) \cdot \frac{d}{2}$$

$$\Leftrightarrow F_2 = \frac{2 \cdot M_T}{d \cdot (e^{\mu \cdot \beta} - 1)} = \frac{2 \cdot 200 \text{ Nm}}{0,2 \text{ m} \cdot (e^{0,5 \cdot \pi} - 1)} = 524,87 \text{ N}$$

$$F_1 = F_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta} = 524,87 \text{ N} \cdot e^{0,5 \cdot \pi} = 2.524,87 \text{ N}$$

$$F_A = F_1 + F_2 = \text{const.}$$

$$\Rightarrow F_A = 2.524,87 \text{ N} + 524,87 \text{ N} = 3.049,74 \text{ N} \approx 3.050 \text{ N}$$

\Rightarrow Vorspannkraft je Trum:

$$F = \frac{F_A}{2} = \frac{3.050 \text{ N}}{2} = 1.525 \text{ N}$$

Übungsaufgabe RK 015

Der mechanische Lader (Kompressor) eines Pkws wird von der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors über ein einstufiges Riemengetriebe angetrieben. Der Lader soll bei einer Kurbelwellendrehzahl von 2.000 min^{-1} eine Drehzahl von $n_{\text{Nenn}} = 6.000 \text{ min}^{-1}$ haben. Die Nennleistung beträgt $P_{\text{Nenn}} = 5 \text{ kW}$. Wählen Sie einen für diese Aufgabe geeigneten Schmalkeilriemen aus. **Anmerkung:** Markieren Sie sämtliche Werte, die aus Tabellen entnommen werden! Eine Interpolation von Tabellenwerten ist nicht erforderlich!

E-RK 1

Welche Übersetzung i ist zu realisieren?

E-RK 2

Ermitteln Sie den Betriebsfaktor c_2 ! **Anmerkung:** Es ist von einer eher leichten Antriebs- und Arbeitsmaschine und einer täglichen Betriebsdauer von unter 10 h auszugehen!

E-RK 3

Markieren Sie den Betriebspunkt, der sich aus der zu übertragenden Leistung und der Drehzahl der kleinen Scheibe n_k ergibt, und legen Sie dann ein Riemenprofil fest!

E-RK 4

Legen Sie den Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe d_{wk} fest, wobei er so klein wie möglich zu wählen ist! Geben Sie auch die Nennleistung P_N für das Profil an!

E-RK 5

Geben Sie den Wirkdurchmesser der großen Scheibe d_{wg} an!

E-RK 6

Ermitteln Sie die Anzahl z der Riemen! **Anmerkung:** Als vorläufige Wirklänge des Riemens haben Sie $l_w^* = 876,91 \text{ mm}$ berechnet und für den endgültigen Achsabstand e kann ein Wert von $241,09 \text{ mm}$ angegeben werden!

Auszüge aus dem Skript Maschinenelemente III, Riemen und Ketten, E III-12.13, -12.14 und -12.16:

Vorgehensweise nach DIN 7753:

1. Betriebsfaktor c_2 ermitteln, abhängig von:

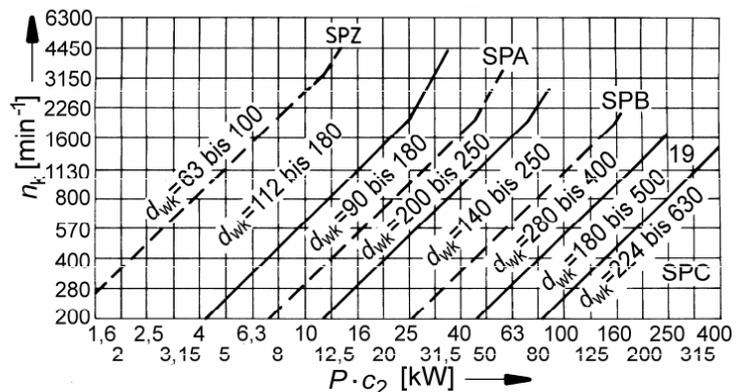
- Antriebsmaschine
- Arbeitsmaschine
- täglicher Betriebsdauer

Arbeits- Maschinen	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Arbeitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Arbeitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr schwere Arbeitsmasch.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

/1/

2. Riemenprofil und Bereich des kleinen Scheibendurchmessers ermitteln, abhängig von:

- Leistung $P \cdot c_2$ (c_2 s. o.)
- Drehzahl der kleinen Scheibe n_k



3. Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe d_{wk} exakt festlegen (Lieferprogramm des Herstellers bzw. DIN 2211 (s. Tabellen nächste Seiten, linke Spalten))

4. Wirkdurchmesser der großen Scheibe

$d_{wg} \approx i \cdot d_{wk}$ bzw. etwas genauer:

$d_{wg} \approx \frac{i}{1,015} \cdot d_{wk}$ (kleine Scheibe treibend)

$d_{wg} \approx \frac{1,015}{i} \cdot d_{wk}$ (große Scheibe treibend)

($i = \omega_{an} / \omega_{ab}$. Die getriebene Scheibe ("an") verliert immer an Drehzahl \Rightarrow etwas kleiner machen als nach der eingerahmten Formel.)

Falls möglich, Durchmesser nach DIN 2211 bzw. nach Lieferprogramm verwenden.

5. Vorläufiger Achsabstand

SPZ	l_w	630	710	800	900	1000	1120
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,93
	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
SPA	c_3	0,94	0,96	1	1,01	1,02	1,05
	l_w	2500	2800	3150	3550		
	c_3	1,07	1,09	1,11	1,13		
SPB	l_w	800	900	1000	1120	1250	1400
	c_3	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
SPC	c_3	0,93	0,95	0,96	0,98	1	1,02
	l_w	3150	3550	4000	4500		
	c_3	1,04	1,06	1,08	1,09		
SPB	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
	l_w	2500	2800	3150	3550	4000	4500
SPC	c_3	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04
	l_w	5000	5600	6300	7100	8000	
	c_3	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	
SPC	l_w	2240	2500	2800	3150	3550	4000
	c_3	0,83	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94
	l_w	4500	5000	5600	6300	7100	8000
SPC	c_3	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06
	l_w	9000	10000	11200	12500		

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) \quad (\text{soweit nicht anders festgelegt})$$

	c_3	1,08	1,10	1,12	1,14		
19	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
	c_3	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94
	l_w	3150	3550	4000	4500	5000	5600
	c_3	0,96	0,97	0,98	1	1,03	1,05
	l_w	6300	7100	8000	9000	10000	
	c_3	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	

6. Vorläufige Wirklänge des Riemen

$$l_w^* = 2 \cdot e^* + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e^*}$$

7. Endgültige Wirklänge l_w wählen ($l_w \approx l_w^*$)
nach Tabelle rechts

8. Endgültiger Achsabstand $e = p + \sqrt{p^2 - q}$ mit

$$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

$$q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$$

9. Notwendige Verstellwege

- zum Nachspannen $x \geq 0,03 \cdot l_w$
- zum Montieren $y \geq 0,015 \cdot l_w$

10. Riemengeschwindigkeit

$$\frac{v}{\text{[m/s]}} = \frac{\frac{d_{wk}}{\text{[mm]}} \cdot \frac{n_k}{\text{[U/min]}}}{19.100} = \frac{\frac{d_{wg}}{\text{[mm]}} \cdot \frac{n_g}{\text{[U/min]}}}{19.100}$$

11. Nennleistung pro Riemen P_n ermitteln (s. Tabellen nächste Seiten), abhängig von

- Scheibendurchmesser d_{wk}
- Übersetzungsverhältnis i (kleine Scheibe treibend) bzw. $1/i$ (große Scheibe treibend)
- Drehzahl n_k

12. Winkelfaktor c_1 (und ggf. Umschlingungswinkel β_k) ermitteln,

abhängig von $\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$ s. rechts

exakt: $\beta_k = 2 \cdot \arccos \frac{d_{wg} - d_{wk}}{2 \cdot e}$

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungswinkel β_k	Winkelfaktor c_1
0	180°	1
1,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73
1,45	90°	0,68

13. Längenfaktor c_3 ermitteln (Tabelle siehe

Berechnungsschritt 7), abhängig von

- gewähltem Riemenprofil
- Wirklänge l_w

14. Anzahl z der Riemen festlegen

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}$$

Wenn $z \gg 1$ oder $z \ll 1$ Rechnung ab Schritt 2 mit anderem Riemenprofil wiederholen. (Größtes Schmalkeilriemenprofil "Profil 19" siehe Normblatt)

Maßangaben zu den Profilen

	Riemenprofil - Kurzzeichen	Obere Riemenbreite $b_o \approx$	Wirksamkeit (Nennmaß) b_w	Riemenhöhe $h \approx$	Richtdurchmesser der zugehörigen kleinsten zulässigen Scheiben nach DIN 2211 Teil 1 $d_{r \min}$
ummantelt	SPZ	9,7	8,5	8	63
flankenoffen gezahnt ¹⁾	XPZ	9,7	8,5	8	50
ummantelt	SPA	12,7	11,0	10	90
flankenoffen gezahnt ¹⁾	XPA	12,7	11,0	9	63
ummantelt	SPB	16,3	14,0	13	140
flankenoffen gezahnt ¹⁾	XPB	16,3	14,0	13	100
ummantelt	SPC	22,0	19,0	18	224
flankenoffen gezahnt ¹⁾	XPC	22,0	19,0	18	160

¹⁾ flankenoffene Riemen können auch da eingebaut werden, wo bisher ummantelte Riemen gefordert wurden

d _{wk} in mm	i oder i ⁻¹	Drehzahl der kleinen Scheibe n _k in min ⁻¹																							
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000						
		Nennleistung P _N in kW																							
63	1	0,20	0,35	0,54	0,60	0,68	0,81	0,93	1,00	1,17	1,32	1,45	1,56	1,66	1,74	1,81	1,85	1,87	1,85						
	1,05	0,21	0,37	0,58	0,64	0,73	0,88	1,01	1,09	1,27	1,44	1,59	1,73	1,84	1,94	2,04	2,11	2,15	2,16						
	1,2	0,22	0,39	0,61	0,68	0,78	0,94	1,08	1,17	1,38	1,57	1,74	1,89	2,03	2,15	2,27	2,37	2,43	2,47						
	1,5	0,23	0,41	0,65	0,72	0,83	1,00	1,16	1,25	1,48	1,69	1,88	2,06	2,21	2,35	2,50	2,63	2,72	2,77						
	≥3	0,24	0,43	0,68	0,76	0,88	1,06	1,23	1,33	1,58	1,81	2,03	2,22	2,40	2,56	2,74	2,88	3,00	3,08						
71	1	0,25	0,44	0,70	0,78	0,90	1,08	1,25	1,35	1,59	1,81	2,00	2,18	2,33	2,46	2,59	2,68	2,73	2,74						
	1,05	0,26	0,46	0,74	0,82	0,95	1,14	1,32	1,43	1,69	1,93	2,15	2,34	2,51	2,67	2,82	2,94	3,02	3,05						
	1,2	0,27	0,49	0,77	0,87	1,00	1,20	1,40	1,51	1,79	2,05	2,29	2,51	2,70	2,87	3,05	3,20	3,30	3,36						
	1,5	0,28	0,51	0,81	0,91	1,04	1,26	1,47	1,59	1,90	2,18	2,43	2,67	2,88	3,08	3,28	3,45	3,58	3,67						
	≥3	0,29	0,53	0,85	0,95	1,09	1,33	1,55	1,68	2,00	2,30	2,58	2,83	3,07	3,28	3,51	3,71	3,86	3,98						
80	1	0,31	0,55	0,88	0,99	1,14	1,38	1,60	1,73	2,05	2,34	2,61	2,85	3,06	3,24	3,42	3,56	3,64	3,66						
	1,05	0,32	0,57	0,92	1,03	1,19	1,44	1,67	1,81	2,15	2,47	2,75	3,01	3,24	3,45	3,65	3,81	3,92	3,97						
	1,2	0,33	0,59	0,96	1,07	1,24	1,50	1,75	1,89	2,25	2,59	2,90	3,18	3,43	3,65	3,89	4,07	4,20	4,27						
	1,5	0,34	0,61	0,99	1,11	1,28	1,56	1,82	1,97	2,36	2,71	3,04	3,34	3,61	3,86	4,12	4,33	4,48	4,58						
	≥3	0,35	0,64	1,03	1,15	1,33	1,62	1,90	2,06	2,46	2,84	3,18	3,51	3,80	4,06	4,35	4,58	4,77	4,89						
90	1	0,37	0,67	1,09	1,21	1,40	1,70	1,98	2,14	2,55	2,93	3,26	3,57	3,84	4,07	4,30	4,46	4,55	4,56						
	1,05	0,38	0,69	1,12	1,26	1,45	1,76	2,06	2,23	2,65	3,05	3,41	3,73	4,02	4,27	4,53	4,71	4,83	4,87						
	1,2	0,39	0,71	1,16	1,30	1,50	1,82	2,13	2,31	2,76	3,17	3,55	3,90	4,21	4,48	4,76	4,97	5,11	5,17						
	1,5	0,40	0,74	1,19	1,34	1,55	1,88	2,20	2,39	2,86	3,30	3,70	4,06	4,39	4,68	4,99	5,23	5,39	5,48						
	≥3	0,41	0,76	1,23	1,38	1,60	1,95	2,28	2,47	2,96	3,42	3,84	4,23	4,58	4,89	5,22	5,48	5,68	5,79						
100	1	0,43	0,79	1,28	1,44	1,66	2,02	2,36	2,55	3,05	3,49	3,90	4,26	4,58	4,85	5,10	5,27	5,35	5,32						
	1,05	0,44	0,81	1,32	1,48	1,71	2,08	2,43	2,64	3,15	3,62	4,05	4,43	4,76	5,05	5,34	5,53	5,63	5,63						
	1,2	0,45	0,83	1,35	1,52	1,76	2,14	2,51	2,72	3,25	3,74	4,19	4,59	4,95	5,26	5,57	5,79	5,92	5,94						
	1,5	0,46	0,85	1,39	1,56	1,81	2,20	2,58	2,80	3,35	3,86	4,33	4,76	5,13	5,46	5,80	6,05	6,20	6,25						
	≥3	0,47	0,87	1,43	1,60	1,86	2,27	2,66	2,88	3,46	3,99	4,48	4,92	5,32	5,67	6,03	6,30	6,48	6,56						
112	1	0,51	0,93	1,52	1,70	1,97	2,40	2,80	3,04	3,62	4,16	4,64	5,06	5,42	5,72	5,99	6,14	6,16	6,05						
	1,05	0,52	0,95	1,55	1,74	2,02	2,46	2,88	3,12	3,73	4,28	4,78	5,23	5,61	5,92	6,22	6,40	6,45	6,36						
	1,2	0,53	0,98	1,59	1,78	2,07	2,52	2,95	3,20	3,83	4,41	4,93	5,39	5,79	6,13	6,45	6,65	6,73	6,66						
	1,5	0,54	1,00	1,63	1,83	2,12	2,58	3,03	3,28	3,93	4,53	5,07	5,55	5,98	6,33	6,68	6,91	7,01	6,97						
	≥3	0,55	1,02	1,66	1,87	2,17	2,65	3,10	3,37	4,04	4,65	5,21	5,72	6,16	6,54	6,91	7,17	7,29	7,28						
125	1	0,59	1,09	1,77	1,99	2,30	2,80	3,28	3,55	4,24	4,85	5,40	5,88	6,27	6,58	6,83	7,02	6,84	6,57						
	1,05	0,60	1,11	1,81	2,03	2,35	2,86	3,35	3,63	4,34	4,98	5,55	6,04	6,46	6,78	7,06	7,18	7,12	6,88						
	1,2	0,61	1,13	1,84	2,07	2,40	2,93	3,43	3,72	4,44	5,10	5,69	6,21	6,64	6,99	7,29	7,44	7,41	7,19						
	1,5	0,62	1,15	1,88	2,11	2,45	2,99	3,50	3,80	4,54	5,22	5,83	6,37	6,83	7,19	7,52	7,69	7,69	7,50						
	≥3	0,63	1,17	1,91	2,15	2,50	3,05	3,58	3,88	4,65	5,35	5,98	6,53	7,01	7,40	7,75	7,95	7,97	7,81						
140	1	0,68	1,26	2,06	2,31	2,68	3,26	3,82	4,13	4,92	5,63	6,24	6,75	7,16	7,45	7,64	7,60	7,34	6,81						
	1,05	0,69	1,28	2,09	2,35	2,73	3,32	3,89	4,21	5,02	5,75	6,38	6,92	7,35	7,66	7,87	7,86	7,62	7,12						
	1,2	0,70	1,30	2,13	2,39	2,77	3,39	3,96	4,30	5,13	5,87	6,53	7,08	7,53	7,86	8,10	8,12	7,90	7,43						
	1,5	0,71	1,32	2,17	2,43	2,82	3,45	4,04	4,38	5,23	6,00	6,67	7,25	7,72	8,07	8,33	8,37	8,18	7,74						
	≥3	0,72	1,34	2,20	2,47	2,87	3,51	4,11	4,46	5,33	6,12	6,81	7,41	7,90	8,27	8,56	8,63	8,47	8,04						
160	1	0,80	1,49	2,44	2,73	3,17	3,86	4,51	4,88	5,80	6,60	7,27	7,81	8,19	8,40	8,41	8,11	7,47	6,45						
	1,05	0,81	1,51	2,47	2,78	3,22	3,92	4,59	4,97	5,90	6,72	7,42	7,97	8,37	8,61	8,64	8,37	7,75	6,76						
	1,2	0,82	1,53	2,51	2,82	3,27	3,98	4,66	5,05	6,00	6,84	7,56	8,13	8,56	8,81	8,88	8,62	8,03	7,07						
	1,5	0,83	1,55	2,54	2,86	3,32	4,05	4,74	5,13	6,11	6,97	7,70	8,30	8,74	9,02	9,11	8,88	8,31	7,36						
	≥3	0,84	1,57	2,58	2,90	3,37	4,11	4,81	5,21	6,21	7,09	7,85	8,46	8,93	9,22	9,34	9,14	8,80	7,68						
180	1	0,92	1,71	2,81	3,15	3,65	4,45	5,19	5,61	6,63	7,50	8,20	8,71	9,01	9,08	8,81	8,11	6,93	5,22						
	1,05	0,93	1,74	2,84	3,19	3,70	4,51	5,26	5,69	6,74	7,63	8,35	8,88	9,20	9,29	9,04	8,36	7,21	5,53						
	1,2	0,94	1,76	2,88	3,23	3,75	4,57	5,34	5,77	6,84	7,75	8,49	9,04	9,38	9,49	9,28	8,62	7,49	5,84						
	1,5	0,95	1,78	2,92	3,28	3,80	4,63	5,41	5,86	6,94	7,87	8,63	9,21	9,57	9,70	9,51	8,88	7,77	6,15						
	≥3	0,96	1,80	2,95	3,32	3,85	4,69	5,49	5,94	7,04	8,00	8,78	9,37	9,75	9,90	9,74	9,14	8,06	6,45						
v in m/s ≈		5			10			15			20			25			30			35			40		
Scheibenwerkstoff		normal															hochfest								
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet															dynamisch ausgewuchtet								

Nennleistung P_N für Profil SPZ (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemen­geschwindigkeit v)

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 015

Der mechanische Lader (Kompressor) eines Pkws wird von der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors über ein einstufiges Riemengetriebe angetrieben. Der Lader soll bei einer Kurbelwellendrehzahl von 2.000 min^{-1} eine Drehzahl von $n_{\text{Nenn}} = 6.000 \text{ min}^{-1}$ haben. Die Nennleistung beträgt $P_{\text{Nenn}} = 5 \text{ kW}$. Wählen Sie einen für diese Aufgabe geeigneten Schmalkeilriemen aus. **Anmerkung:** Markieren Sie sämtliche Werte, die aus Tabellen entnommen werden! Eine Interpolation von Tabellenwerten ist nicht erforderlich!

E-RK 1

Welche Übersetzung i ist zu realisieren?

Lösung:

$$i = \frac{W_{\text{an}}}{W_{\text{ab}}} = \frac{2.000 \text{ min}^{-1}}{6.000 \text{ min}^{-1}} = 0,3\bar{3}$$

E-RK 2

Ermitteln Sie den Betriebsfaktor c_2 ! **Anmerkung:** Es ist von einer eher leichten Antriebs- und Arbeitsmaschine und einer täglichen Betriebsdauer von unter 10 h auszugehen!

Lösung:

$$c_2 = 1$$

E-RK 3

Markieren Sie den Betriebspunkt, der sich aus der zu übertragenden Leistung und der Drehzahl der kleinen Scheibe n_k ergibt, und legen Sie dann ein Riemenprofil fest!

Lösung:

$$P \cdot c_2 = 5 \text{ kW} \cdot 1 = 5 \text{ kW}$$

$$n_k = 6.000 \text{ min}^{-1}$$

→ Profil SPZ

E-RK 4

Legen Sie den Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe d_{wk} fest, wobei er so klein wie möglich zu wählen ist! Geben Sie auch die Nennleistung P_N für das Profil an!

Lösung:

$$d_{wk} = 63 \text{ mm}; \quad i^{-1} = 3; \quad n_k = 6.000 \text{ min}^{-1}$$

$$P_N = 3,08 \text{ kW}$$

E-RK 5

Geben Sie den Wirkdurchmesser der großen Scheibe d_{wg} an!

Lösung:

$$d_{wg} \approx \frac{1,015}{i} \cdot d_{wk} \approx \frac{1,015}{3} \cdot 63 \text{ mm} \approx 191,84 \text{ mm}$$

E-RK 6

Ermitteln Sie die Anzahl z der Riemen! **Anmerkung:** Als vorläufige Wirklänge des Riemens haben Sie $l_w^* = 876,91 \text{ mm}$ berechnet und für den endgültigen Achsabstand e kann ein Wert von $241,09 \text{ mm}$ angegeben werden!

Lösung:

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3} \quad l_w^* \approx l_w \Rightarrow l_w = 900 \text{ mm}$$

$$c_3 = 0,88$$

$$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e} = \frac{191,84 \text{ mm} - 63 \text{ mm}}{241,089 \text{ mm}} = 0,5344 \text{ mm} \Rightarrow c_1 = 0,92$$

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3} \geq \frac{5 \text{ kW} \cdot 1}{3,08 \text{ kW} \cdot 0,92 \cdot 0,88} \geq 2,005 \quad z = 3$$

Auszüge aus dem Skript Maschinenelemente III, Riemen und Ketten, E III-12.13, -12.14 und -12.16:

Vorgehensweise nach DIN 7753:

1. Betriebsfaktor c_2 ermitteln, abhängig von:

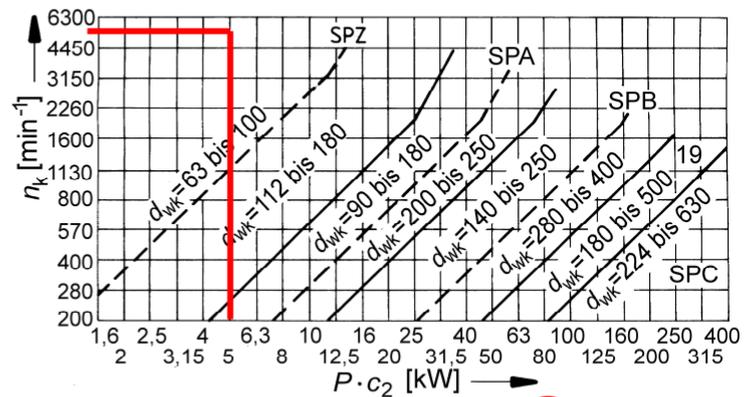
- Antriebsmaschine
- Arbeitsmaschine
- täglicher Betriebsdauer

Arbeits- Maschinen	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Arbeitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Arbeitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr schwere Arbeitsmasch.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

/1/

2. Riemenprofil und Bereich des kleinen Scheibendurchmessers ermitteln, abhängig von:

- Leistung $P \cdot c_2$ (c_2 s. o.)
- Drehzahl der kleinen Scheibe n_k



3. Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe d_{wk} exakt festlegen (Lieferprogramm des Herstellers bzw. DIN 2211 (s. Tabellen nächste Seiten, linke Spalten)

SPZ	l_w	630	710	800	900	1000	1120
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,93
	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
SPA	c_3	0,94	0,96	1	1,01	1,02	1,05
	l_w	2500	2800	3150	3550		
	c_3	1,07	1,09	1,11	1,13		
SPB	l_w	800	900	1000	1120	1250	1400
	c_3	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
SPC	c_3	0,93	0,95	0,96	0,98	1	1,02
	l_w	3150	3550	4000	4500		
	c_3	1,04	1,06	1,08	1,09		
SPB	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
	l_w	2500	2800	3150	3550	4000	4500
SPC	c_3	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04
	l_w	5000	5600	6300	7100	8000	
	c_3	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	
SPC	l_w	2240	2500	2800	3150	3550	4000
	c_3	0,83	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94
	l_w	4500	5000	5600	6300	7100	8000
SPC	c_3	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06
	l_w	9000	10000	11200	12500		

4. Wirkdurchmesser der großen Scheibe

$$d_{wg} \approx i \cdot d_{wk} \quad \text{bzw. etwas genauer:}$$

$$d_{wg} \approx \frac{i}{1,015} \cdot d_{wk} \quad (\text{kleine Scheibe treibend})$$

$$d_{wg} \approx \frac{1,015}{i} \cdot d_{wk} \quad (\text{große Scheibe treibend})$$

($i = \omega_{an} / \omega_{ab}$. Die getriebene Scheibe ("an") verliert immer an Drehzahl \Rightarrow etwas kleiner machen als nach der eingerahmten Formel.)

Falls möglich, Durchmesser nach DIN 2211 bzw. nach Lieferprogramm verwenden.

5. Vorläufiger Achsabstand

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) \quad (\text{soweit nicht anders festgelegt})$$

6. Vorläufige Wirklänge des Riemens

$$l_w^* = 2 \cdot e^* + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e^*}$$

	c_3	1,08	1,10	1,12	1,14		
19	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
	c_3	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94
	l_w	3150	3550	4000	4500	5000	5600
	c_3	0,96	0,97	0,98	1	1,03	1,05
	l_w	6300	7100	8000	9000	10000	
	c_3	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	

7. Endgültige Wirklänge l_w wählen ($l_w \approx l_w^*$)
nach Tabelle rechts

8. Endgültiger Achsabstand $e = p + \sqrt{p^2 - q}$ mit

$$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

$$q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$$

9. Notwendige Verstellwege

- zum Nachspannen $x \geq 0,03 \cdot l_w$
- zum Montieren $y \geq 0,015 \cdot l_w$

10. Riemengeschwindigkeit

$$v \frac{[\text{m/s}]}{[\text{m/s}]} = \frac{d_{wk} \cdot n_k \cdot \frac{[\text{mm}]}{[\text{mm}]} \cdot \frac{[\text{U/min}]}{[\text{U/min}]}}{19.100} = \frac{d_{wg} \cdot n_g}{19.100}$$

11. Nennleistung pro Riemen P_n ermitteln (s. Tabellen nächste Seiten), abhängig von

- Scheibendurchmesser d_{wk}
- Übersetzungsverhältnis i (kleine Scheibe treibend) bzw. $1/i$ (große Scheibe treibend)
- Drehzahl n_k

12. Winkelfaktor c_1 (und ggf. Umschlingungswinkel β_k) ermitteln,

abhängig von $\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$ s. rechts

exakt: $\beta_k = 2 \cdot \arccos \frac{d_{wg} - d_{wk}}{2 \cdot e}$

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungswinkel β_k	Winkelfaktor c_1
0	180°	1
1,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73
1,45	90°	0,68

13. Längenfaktor c_3 ermitteln (Tabelle siehe

- Berechnungsschritt 7), abhängig von
- gewähltem Riemenprofil
 - Wirklänge l_w

14. Anzahl z der Riemen festlegen

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}$$

Wenn $z \gg 1$ oder $z \ll 1$ Rechnung ab Schritt 2 mit anderem Riemenprofil wiederholen. (Größtes Schmalkeilriemenprofil "Profil 19" siehe Normblatt)

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																	
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000
Nennleistung P_N in kW																			
63	1	0,20	0,35	0,54	0,60	0,68	0,81	0,93	1,00	1,17	1,32	1,45	1,56	1,66	1,74	1,81	1,85	1,87	1,85
	1,05	0,21	0,37	0,58	0,64	0,73	0,88	1,01	1,09	1,27	1,44	1,59	1,73	1,84	1,94	2,04	2,11	2,15	2,16
	1,2	0,22	0,39	0,61	0,68	0,78	0,94	1,08	1,17	1,38	1,57	1,74	1,89	2,03	2,15	2,27	2,37	2,43	2,47
	1,5	0,23	0,41	0,65	0,72	0,83	1,00	1,16	1,25	1,48	1,69	1,88	2,06	2,21	2,35	2,50	2,63	2,72	2,77
	≥ 3	0,24	0,43	0,68	0,76	0,88	1,06	1,23	1,33	1,58	1,81	2,03	2,22	2,40	2,56	2,74	2,88	3,00	3,08
	1	0,25	0,44	0,70	0,78	0,90	1,08	1,25	1,35	1,59	1,81	2,00	2,18	2,33	2,46	2,59	2,68	2,73	2,74
	1,05	0,26	0,46	0,74	0,82	0,95	1,14	1,32	1,43	1,69	1,93	2,15	2,34	2,51	2,67	2,82	2,94	3,02	3,05

Übungsaufgabe RK 016

Der Antrieb einer Lichtmaschine eines älteren KFZ ist mit einem Schmalkeilriemen realisiert. Der Antrieb erfolgt direkt von der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors. Durch Nachmessen erfahren Sie, dass die Riemenscheibe der Lichtmaschine einen Wirkdurchmesser von $d_{\text{wk}} = 63 \text{ mm}$ hat. Von der Lichtmaschine (Lima) ist abzulesen, dass sie maximal 100 A bei 14 V liefert und somit idealerweise eine mechanische Leistung von $P_{\text{Lima}} = 1,4 \text{ kW}$ benötigt. Eine Internetrecherche liefert ihnen das Übersetzungsverhältnis $i = 0,45 = \frac{10}{22}$ sowie dass sich die maximale Leistung der Lima auf eine Motordrehzahl von $n_{\text{an}} = 2000 \text{ 1/min}$ bezieht.

Desweiteren ist bei dem Motor und der Lima von leichten An- und Abtriebsmaschinen mit einer täglichen Betriebsdauer von unter 10 Stunden auszugehen. Der Schlupf des Keilriemens ist zu vernachlässigen.

Aus Tabellen und Diagrammen gewählte Werte sind in den Tabellen eindeutig zu kennzeichnen.

E-RK 1

Da keine Bezeichnung des Profils auf dem Keilriemen zu lesen ist, geben Sie an, um welche(s) Profil(e) es sich handeln kann.

E-RK 2

Welche maximale Leistung P_N könnte von dem in E-RK 1 gewählten Profil übertragen werden?

E-RK 3

Welchen Wirkdurchmesser hat die Riemenscheibe auf der Kurbelwelle des Motors, wenn davon ausgegangen wird, dass sie nach DIN ausgewählt wurde?

E-RK 4

Wie groß muss die Vorspannung des Keilriemens sein, um die von der Lima maximal geforderte Leistung P_{Lima} vom Motor zur Lima übertragen zu können? Es genügt eine angenäherte Berechnung der Achskraft.

Der aus der Keilform des Riemens resultierende scheinbare Reibbeiwert beträgt $\mu'_G = 3$. Den Umschlingungswinkel der Lima Riemenscheibe haben Sie aus den gegebenen geometrischen Abmessungen ermittelt: $\beta = 165^\circ$

Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

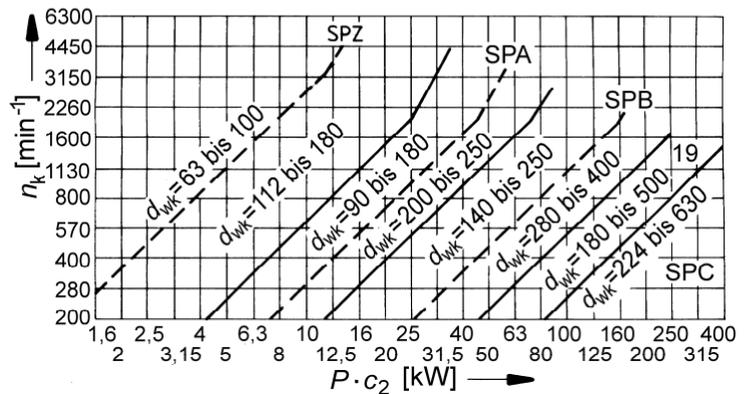
Betriebsfaktor c_2 , abhängig von:

- Antriebsmaschine
- Arbeitsmaschine
- täglicher Betriebsdauer

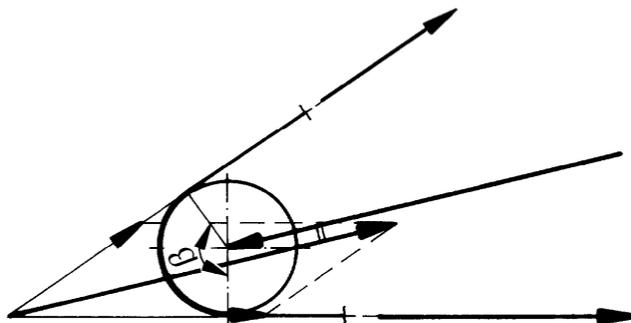
Arbeits- Maschinen	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Arbeitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Arbeitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr schwere Arbeitsmasch.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

Riemenprofil und Bereich des kleinen Scheibendurchmessers, abhängig von:

- Leistung $P \cdot c_2$ (c_2 s. o.)
- Drehzahl der kleinen Scheibe n_k



Kräfteansatz an der kleineren Scheibe:



Trumkräfte F_1, F_2 , wobei $F_1 > F_2$

Resultierende $\vec{F}_{res} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$

Achskraft $F_A = F_{res}$

d. h. $F_A = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta}$

angenähert $F_A \approx (F_1 + F_2) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$

oder auch $F_A \approx (F_1 + F_2)$ (für $\beta \approx 180^\circ$)

Drehmoment $T_{an} = F_{res} \cdot h$;

oder $T_{an} = \frac{d_k}{2} \cdot (F_1 - F_2)$

Seilreibung $F_{1\text{grenz}} = F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta}$

(nach Eytelwein)

μ_G = Gleitreibwert, s. u.

β = Umschlingungswinkel an der kleinen Scheibe

Umfangskraft $F_t = F_1 - F_2$

$F_{t\text{grenz}} = F_2 \cdot (e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)$

$T_{an\text{grenz}} = \frac{d_k}{2} \cdot F_2 \cdot (e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)$

(bei Überschreitung rutscht Riemen durch)

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																							
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400	4500	5000	5500	6000					
		Nennleistung P_N in kW																							
63	1	0,20	0,35	0,54	0,60	0,68	0,81	0,93	1,00	1,17	1,32	1,45	1,56	1,66	1,74	1,80	1,81	1,85	1,87	1,85					
	1,05	0,21	0,37	0,58	0,64	0,73	0,88	1,01	1,09	1,27	1,44	1,59	1,73	1,84	1,94	2,02	2,04	2,11	2,15	2,16					
	1,2	0,22	0,39	0,61	0,68	0,78	0,94	1,08	1,17	1,38	1,57	1,74	1,89	2,03	2,15	2,25	2,27	2,37	2,43	2,47					
	1,5	0,23	0,41	0,65	0,72	0,83	1,00	1,16	1,25	1,48	1,69	1,88	2,06	2,21	2,35	2,47	2,50	2,63	2,72	2,77					
	2,2	0,23	0,42	0,66	0,74	0,85	1,03	1,19	1,29	1,53	1,75	1,95	2,13	2,30	2,45	2,58	2,61	2,75	2,85	2,91					
	≥3	0,24	0,43	0,68	0,76	0,88	1,06	1,23	1,33	1,58	1,81	2,03	2,22	2,40	2,56	2,70	2,74	2,88	3,00	3,08					
71	1	0,25	0,44	0,70	0,78	0,90	1,08	1,25	1,35	1,59	1,81	2,00	2,18	2,33	2,46	2,56	2,59	2,68	2,73	2,74					
	1,05	0,26	0,46	0,74	0,82	0,95	1,14	1,32	1,43	1,69	1,93	2,15	2,34	2,51	2,67	2,79	2,82	2,94	3,02	3,05					
	1,2	0,27	0,49	0,77	0,87	1,00	1,20	1,40	1,51	1,79	2,05	2,29	2,51	2,70	2,87	3,01	3,05	3,20	3,30	3,36					
	1,5	0,28	0,51	0,81	0,91	1,04	1,26	1,47	1,59	1,90	2,18	2,43	2,67	2,88	3,08	3,24	3,28	3,45	3,58	3,67					
	2,2	0,28	0,52	0,83	0,93	1,06	1,29	1,51	1,63	1,95	2,24	2,50	2,74	2,97	3,17	3,34	3,39	3,57	3,71	3,81					
	≥3	0,29	0,53	0,85	0,95	1,09	1,33	1,55	1,68	2,00	2,30	2,58	2,83	3,07	3,28	3,46	3,51	3,71	3,86	3,98					
80	1	0,31	0,55	0,88	0,99	1,14	1,38	1,60	1,73	2,05	2,34	2,61	2,85	3,06	3,24	3,38	3,42	3,56	3,64	3,66					
	1,05	0,32	0,57	0,92	1,03	1,19	1,44	1,67	1,81	2,15	2,47	2,75	3,01	3,24	3,45	3,61	3,65	3,81	3,92	3,97					
	1,2	0,33	0,59	0,96	1,07	1,24	1,50	1,75	1,89	2,25	2,59	2,90	3,18	3,43	3,65	3,84	3,89	4,07	4,20	4,27					
	1,5	0,34	0,61	0,99	1,11	1,28	1,56	1,82	1,97	2,36	2,71	3,04	3,34	3,61	3,86	4,07	4,12	4,33	4,48	4,58					
	2,2	0,34	0,62	1,01	1,13	1,30	1,59	1,86	2,01	2,41	2,77	3,11	3,42	3,70	3,95	4,17	4,23	4,45	4,62	4,72					
	≥3	0,35	0,64	1,03	1,15	1,33	1,62	1,90	2,06	2,46	2,84	3,18	3,51	3,80	4,06	4,29	4,35	4,58	4,77	4,89					
90	1	0,37	0,67	1,09	1,21	1,40	1,70	1,98	2,14	2,55	2,93	3,26	3,57	3,84	4,07	4,25	4,30	4,46	4,55	4,56					
	1,05	0,38	0,69	1,12	1,26	1,45	1,76	2,06	2,23	2,65	3,05	3,41	3,73	4,02	4,27	4,48	4,53	4,71	4,83	4,87					
	1,2	0,39	0,71	1,16	1,30	1,50	1,82	2,13	2,31	2,76	3,17	3,55	3,90	4,21	4,48	4,70	4,76	4,97	5,11	5,17					
	1,5	0,40	0,74	1,19	1,34	1,55	1,88	2,20	2,39	2,86	3,30	3,70	4,06	4,39	4,68	4,93	4,99	5,23	5,39	5,48					
	2,2	0,40	0,75	1,21	1,36	1,57	1,91	2,24	2,43	2,91	3,36	3,77	4,14	4,48	4,78	5,03	5,10	5,35	5,53	5,62					
	≥3	0,41	0,76	1,23	1,38	1,60	1,95	2,28	2,47	2,96	3,42	3,84	4,23	4,58	4,89	5,15	5,22	5,48	5,68	5,79					
100	1	0,43	0,79	1,28	1,44	1,66	2,02	2,36	2,55	3,05	3,49	3,90	4,26	4,58	4,85	5,05	5,10	5,27	5,35	5,32					
	1,05	0,44	0,81	1,32	1,48	1,71	2,08	2,43	2,64	3,15	3,62	4,05	4,43	4,76	5,05	5,28	5,34	5,53	5,63	5,63					
	1,2	0,45	0,83	1,35	1,52	1,76	2,14	2,51	2,72	3,25	3,74	4,19	4,59	4,95	5,26	5,51	5,57	5,79	5,92	5,94					
	1,5	0,46	0,85	1,39	1,56	1,81	2,20	2,58	2,80	3,35	3,86	4,33	4,76	5,13	5,46	5,73	5,80	6,05	6,20	6,25					
	2,2	0,46	0,86	1,41	1,58	1,83	2,23	2,62	2,84	3,40	3,92	4,40	4,83	5,22	5,56	5,84	5,91	6,17	6,33	6,39					
	≥3	0,47	0,87	1,43	1,60	1,86	2,27	2,66	2,88	3,46	3,99	4,48	4,92	5,32	5,67	5,96	6,03	6,30	6,48	6,56					
112	1	0,51	0,93	1,52	1,70	1,97	2,40	2,80	3,04	3,62	4,16	4,64	5,06	5,42	5,72	5,94	5,99	6,14	6,16	6,05					
	1,05	0,52	0,95	1,55	1,74	2,02	2,46	2,88	3,12	3,73	4,28	4,78	5,23	5,61	5,92	6,16	6,22	6,40	6,45	6,36					
	1,2	0,53	0,98	1,59	1,78	2,07	2,52	2,95	3,20	3,83	4,41	4,93	5,39	5,79	6,13	6,39	6,45	6,65	6,73	6,66					
	1,5	0,54	1,00	1,63	1,83	2,12	2,58	3,03	3,28	3,93	4,53	5,07	5,55	5,98	6,33	6,61	6,68	6,91	7,01	6,97					
	2,2	0,54	1,01	1,64	1,85	2,14	2,61	3,06	3,32	3,98	4,59	5,14	5,63	6,06	6,43	6,72	6,79	7,03	7,14	7,11					
	≥3	0,55	1,02	1,66	1,87	2,17	2,65	3,10	3,37	4,04	4,65	5,21	5,72	6,16	6,54	6,84	6,91	7,17	7,29	7,28					
125	1	0,59	1,09	1,77	1,99	2,30	2,80	3,28	3,55	4,24	4,85	5,40	5,88	6,27	6,58	6,78	6,83	7,92	6,84	6,57					
	1,05	0,60	1,11	1,81	2,03	2,35	2,86	3,35	3,63	4,34	4,98	5,55	6,04	6,46	6,78	7,00	7,06	7,18	7,12	6,88					
	1,2	0,61	1,13	1,84	2,07	2,40	2,93	3,43	3,72	4,44	5,10	5,69	6,21	6,64	6,99	7,23	7,29	7,44	7,41	7,19					
	1,5	0,62	1,15	1,88	2,11	2,45	2,99	3,50	3,80	4,54	5,22	5,83	6,37	6,83	7,19	7,45	7,52	7,69	7,69	7,50					
	2,2	0,62	1,16	1,89	2,13	2,47	3,02	3,54	3,84	4,59	5,28	5,90	6,44	6,91	7,29	7,56	7,63	7,81	7,82	7,64					
	≥3	0,63	1,17	1,91	2,15	2,50	3,05	3,58	3,88	4,65	5,35	5,98	6,53	7,01	7,40	7,68	7,75	7,95	7,97	7,81					
140	1	0,68	1,26	2,06	2,31	2,68	3,26	3,82	4,13	4,92	5,63	6,24	6,75	7,16	7,45	7,60	7,64	7,60	7,34	6,81					
	1,05	0,69	1,28	2,09	2,35	2,73	3,32	3,89	4,21	5,02	5,75	6,38	6,92	7,35	7,66	7,83	7,87	7,86	7,62	7,12					
	1,2	0,70	1,30	2,13	2,39	2,77	3,39	3,96	4,30	5,13	5,87	6,53	7,08	7,53	7,86	8,05	8,10	8,12	7,90	7,43					
	1,5	0,71	1,32	2,17	2,43	2,82	3,45	4,04	4,38	5,23	6,00	6,67	7,25	7,72	8,07	8,28	8,33	8,37	8,18	7,74					
	2,2	0,71	1,33	2,18	2,45	2,84	3,48	4,07	4,42	5,28	6,06	6,74	7,32	7,80	8,16	8,38	8,44	8,49	8,32	7,88					
	≥3	0,72	1,34	2,20	2,47	2,87	3,51	4,11	4,46	5,33	6,12	6,81	7,41	7,90	8,27	8,50	8,56	8,63	8,47	8,04					
160	1	0,80	1,49	2,44	2,73	3,17	3,86	4,51	4,88	5,80	6,60	7,27	7,81	8,19	8,40	8,41	8,41	8,11	7,47	6,45					
	1,05	0,81	1,51	2,47	2,78	3,22	3,92	4,59	4,97	5,90	6,72	7,42	7,97	8,37	8,61	8,63	8,64	8,37	7,75	6,76					
	1,2	0,82	1,53	2,51	2,82	3,27	3,98	4,66	5,05	6,00	6,84	7,56	8,13	8,56	8,81	8,87	8,88	8,62	8,03	7,07					
	1,5	0,83	1,55	2,54	2,86	3,32	4,05	4,74	5,13	6,11	6,97	7,70	8,30	8,74	9,02	9,09	9,11	8,88	8,31	7,36					
	2,2	0,83	1,56	2,56	2,88	3,34	4,08	4,77	5,17	6,16	7,03	7,77	8,37	8,83	9,11	9,20	9,22	9,00	8,54	7,51					
	≥3	0,84	1,57	2,58	2,90	3,37	4,11	4,81	5,21	6,21	7,09	7,85	8,46	8,93	9,22	9,32	9,34	9,14	8,80	7,68					
v in m/s		5			10			15			20			25			30			35			40		
Scheibenwerkstoff		normal									hochfest														
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet									dynamisch ausgewuchtet														

Nennleistung P_N für Profil SPZ (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

d_{wk} nach DIN 2211

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 016

Der Antrieb einer Lichtmaschine eines älteren KFZ ist mit einem Schmalkeilriemen realisiert. Der Antrieb erfolgt direkt von der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors. Durch Nachmessen erfahren Sie, dass die Riemenscheibe der Lichtmaschine einen Wirkdurchmesser von $d_{\text{wk}} = 63 \text{ mm}$ hat. Von der Lichtmaschine (Lima) ist abzulesen, dass sie maximal 100 A bei 14 V liefert und somit idealerweise eine mechanische Leistung von $P_{\text{Lima}} = 1,4 \text{ kW}$ benötigt. Eine Internetrecherche liefert ihnen das Übersetzungsverhältnis $i = 0,45 = \frac{10}{22}$ sowie dass sich die maximale Leistung der Lima auf eine Motordrehzahl von $n_{\text{an}} = 2000 \frac{1}{\text{min}}$ bezieht.

Desweiteren ist bei dem Motor und der Lima von leichten An- und Abtriebsmaschinen mit einer täglichen Betriebsdauer von unter 10 Stunden auszugehen. Der Schlupf des Keilriemens ist zu vernachlässigen.

Aus Tabellen und Diagrammen gewählte Werte sind in den Tabellen eindeutig zu kennzeichnen.

E-RK 1

Da keine Bezeichnung des Profils auf dem Keilriemen zu lesen ist, geben Sie an, um welche(s) Profil(e) es sich handeln kann.

Lösung:

c_2 aus Diagramm (leichte An- und Abtriebsmaschinen, $< 10 \text{ h/Tag}$) = 1

$$P_{\text{Lima}} \cdot c_2 = 1,4 \text{ kW}$$

$$d_{\text{wg}} = \frac{1}{i} \cdot d_{\text{wk}} \Rightarrow n_{\text{ab}} = \frac{1}{i} \cdot n_{\text{an}}$$

$$n_{\text{ab}} = \frac{1}{\frac{10}{22}} \cdot 2000 \frac{1}{\text{min}} = 4400 \frac{1}{\text{min}}$$

Diagramm Riemenprofilauswahl: $P_{\text{Lima}} * c_2, n_{\text{ab}}, d_{\text{wk}} \Rightarrow \text{SPZ}$

E-RK 2

Welche maximale Leistung P_{N} könnte von dem in E-RK 1 gewählten Profil übertragen werden?

Lösung:

Diagramm Nennleistung P_{N} : $n_{\text{ab}}, i, d_{\text{wk}} \Rightarrow 2,58 \text{ kW}$

E-RK 3

Welchen Wirkdurchmesser hat die Riemenscheibe auf der Kurbelwelle des Motors, wenn davon ausgegangen wird, dass sie nach DIN ausgewählt wurde?

Lösung:

$$d_{\text{wg}} = \frac{1}{i} \cdot d_{\text{wk}}$$

$$d_{\text{wg}} = \frac{1}{\frac{10}{22}} \cdot 63 \text{ mm} = 138,6 \text{ mm}$$

Diagramm Nennleistung P_N : $d_{\text{wg}} \Rightarrow 140 \text{ mm}$

E-RK 4

Wie groß muss die Vorspannung des Keilriemens sein, um die von der Lima maximal geforderte Leistung P_{Lima} vom Motor zur Lima übertragen zu können? Es genügt eine angenäherte Berechnung der Achskraft.

Der aus der Keilform des Riemens resultierende scheinbare Reibbeiwert beträgt $\mu'_G = 3$. Den Umschlingungswinkel der Lima Riemenscheibe haben Sie aus den gegebenen geometrischen Abmessungen ermittelt: $\beta = 165^\circ$

Lösung:

$$F_A = (F_1 + F_2) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$$

$$F_{1\text{grenz}} = F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta}$$

$$\Rightarrow F_A = (F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta} + F_2) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$$

$$F_A = F_2 (e^{\mu_G \cdot \beta} + 1) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$$

$$F_2 = \frac{F_A}{(e^{\mu_G \cdot \beta} + 1) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)}$$

$$T_{\text{grenz}} = \frac{d_k}{2} \cdot F_2 \cdot (e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)$$

$$\Rightarrow T_{\text{grenz}} = F_A \cdot \frac{d_k}{2 \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)} \cdot \frac{(e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)}{(e^{\mu_G \cdot \beta} + 1)}$$

$$F_A = T_{\text{grenz}} \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right) \cdot \frac{2}{d_k} \cdot \frac{(e^{\mu_G \cdot \beta} + 1)}{(e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)}$$

$$P_{\text{Lima}} = 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{ab}} \cdot T_{\text{grenz}}$$

$$T_{\text{grenz}} = \frac{P_{\text{Lima}}}{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{ab}}}$$

$$T = \frac{1400 \text{ W} \cdot \text{s}}{2 \cdot \pi \cdot 73,3} = 3,04 \text{ Nm}$$

$$F_A = 3,04 \text{ Nm} \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{165^\circ}{2}\right) \cdot \frac{2}{0,063 \text{ m}} \cdot \frac{(e^{3 \cdot 2,88} + 1)}{(e^{3 \cdot 2,88} - 1)} = 95,67 \text{ N}$$

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 017

E-RK 1

Welche Arten von Zugmittelgetrieben werden häufig in Verbrennungsmotoren zur Kopplung der Kurbel- und Nockenwelle verwendet und warum?

Nennen Sie mindestens jeweils 3 Vor- bzw. Nachteile der vorher **genannten** Zugmittelgetriebe.

E-RK 2

Im Rahmen der Konzipierung eines Shredders (Zerkleinerungsmaschine) zur Altmetallrückgewinnung ist der Antrieb des Rotors der Anlage auszulegen. Der Antrieb ist mit einem Schmalkeilriementrieb zu realisieren. Der Antrieb erfolgt über einen Verbrennungsmotor (schwere Antriebsmaschine), der eine Leistung $P_{\text{an}} = 260 \text{ kW}$ liefert, und soll für einen täglichen Betrieb von 9 Stunden ausgelegt werden. Der Antriebsmotor hat eine Nenndrehzahl von $n_{\text{an}} = 1200 \text{ 1/min}$. Es ist motorseitig eine Riemenscheibe zu wählen, die einen Wirkdurchmesser von $d_{\text{wk}} = 224 \text{ mm}$ besitzt.

Welches Riemenprofil und welcher normgerechte Wirkdurchmesser der Riemenscheibe des Rotors ist zu wählen, damit ein Übersetzungsverhältnis von etwa $i = 3$ realisiert werden kann?

Aus Tabellen / Diagrammen entnommene Werte sind **eindeutig** zu markieren.

E-RK 3

Berechnen Sie unter der Annahme einer Wirklänge des Riemens von $l_{\text{w}} = 3150 \text{ mm}$ und eines Wirkdurchmessers der großen Riemenscheibe $d_{\text{wg}} = 560 \text{ mm}$ den Achsabstand.

E-RK 4

Geben Sie die benötigte Anzahl der Riemen an. Der Umschlingungswinkel kann mit $\beta_{\text{k}} = 150^\circ$ und die Übersetzung mit $i = 3$ abgeschätzt werden.

Ist die gewählte Lösung des Schmalriementriebs für diesen Anwendungszweck sinnvoll? Begründen Sie.

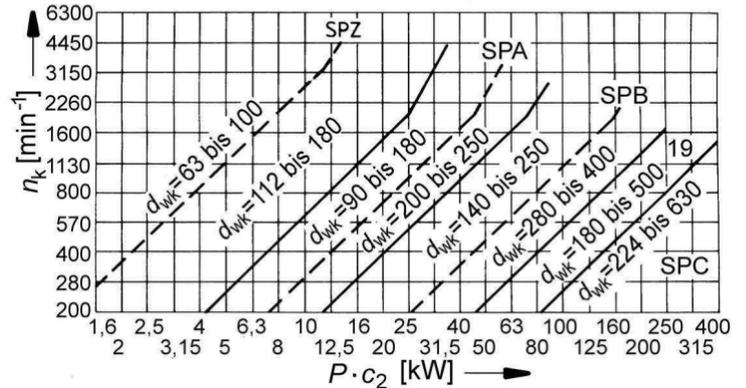
Aus Tabellen / Diagrammen entnommene Werte sind **eindeutig** zu markieren.

Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

Betriebsfaktor c_2

Arbeits- Maschinen	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Arbeitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Arbeitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr schwere Arbeitsmasch.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

Riemenprofil und Bereich des kleinen Scheibendurchmessers



Wirklänge des Riemens l_w und Längenfaktor c_3

SPZ	l_w	630	710	800	900	1000	1120
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,93
	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
SPA	c_3	0,94	0,96	1	1,01	1,02	1,05
	l_w	2500	2800	3150	3550		
	c_3	1,07	1,09	1,11	1,13		
SPB	l_w	800	900	1000	1120	1250	1400
	c_3	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
SPC	c_3	0,93	0,95	0,96	0,98	1	1,02
	l_w	3150	3550	4000	4500		
	c_3	1,04	1,06	1,08	1,09		
19	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
	l_w	2500	2800	3150	3550	4000	4500
19	c_3	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04
	l_w	5000	5600	6300	7100	8000	
	c_3	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	
19	l_w	2240	2500	2800	3150	3550	4000
	c_3	0,83	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94
	l_w	4500	5000	5600	6300	7100	8000
19	c_3	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06
	l_w	9000	10000	11200	12500		
	c_3	1,08	1,10	1,12	1,14		
19	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
	c_3	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94
	l_w	3150	3550	4000	4500	5000	5600
19	c_3	0,96	0,97	0,98	1	1,03	1,05
	l_w	6300	7100	8000	9000	10000	
	c_3	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	

Winkelfaktor c_1

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungswinkel β_k	Winkelfaktor c_1
0	180°	1
1,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73
1,45	90°	0,68

Anzahl z der Riemen: $z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}$

Wirkdurchmesser der großen Scheibe:

$d_{wg} \approx \frac{i}{1,015} \cdot d_{wk}$ (kleine Scheibe treibend)

$d_{wg} \approx \frac{1,015}{i} \cdot d_{wk}$ (große Scheibe treibend)

Achsabstand: $e = p + \sqrt{p^2 - q}$ mit

$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$

$q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$



d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																															
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000														
		Nennleistung P_N in kW																															
63	1	0,20	0,35	0,54	0,60	0,68	0,81	0,93	1,00	1,17	1,32	1,45	1,56	1,66	1,74	1,81	1,85	1,87	1,85														
	1,05	0,21	0,37	0,58	0,64	0,73	0,88	1,01	1,09	1,27	1,44	1,59	1,73	1,84	1,94	2,04	2,11	2,15	2,16														
	1,2	0,22	0,39	0,61	0,68	0,78	0,94	1,08	1,17	1,38	1,57	1,74	1,89	2,03	2,15	2,27	2,37	2,43	2,47														
	1,5	0,23	0,41	0,65	0,72	0,83	1,00	1,16	1,25	1,48	1,69	1,88	2,06	2,21	2,35	2,50	2,63	2,72	2,77														
	≥ 3	0,24	0,43	0,68	0,76	0,88	1,06	1,23	1,33	1,58	1,81	2,03	2,22	2,40	2,56	2,74	2,88	3,00	3,08														
71	1	0,25	0,44	0,70	0,78	0,90	1,08	1,25	1,35	1,59	1,81	2,00	2,18	2,33	2,46	2,59	2,68	2,73	2,74														
	1,05	0,26	0,46	0,74	0,82	0,95	1,14	1,32	1,43	1,69	1,93	2,15	2,34	2,51	2,67	2,82	2,94	3,02	3,05														
	1,2	0,27	0,49	0,77	0,87	1,00	1,20	1,40	1,51	1,79	2,05	2,29	2,51	2,70	2,87	3,05	3,20	3,30	3,36														
	1,5	0,28	0,51	0,81	0,91	1,04	1,26	1,47	1,59	1,90	2,18	2,43	2,67	2,88	3,08	3,28	3,45	3,58	3,67														
	≥ 3	0,29	0,53	0,85	0,95	1,09	1,33	1,55	1,68	2,00	2,30	2,58	2,83	3,07	3,28	3,51	3,71	3,86	3,98														
80	1	0,31	0,55	0,88	0,99	1,14	1,38	1,60	1,73	2,05	2,34	2,61	2,85	3,06	3,24	3,42	3,56	3,64	3,66														
	1,05	0,32	0,57	0,92	1,03	1,19	1,44	1,67	1,81	2,15	2,47	2,75	3,01	3,24	3,45	3,65	3,81	3,92	3,97														
	1,2	0,33	0,59	0,96	1,07	1,24	1,50	1,75	1,89	2,25	2,59	2,90	3,18	3,43	3,65	3,89	4,07	4,20	4,27														
	1,5	0,34	0,61	0,99	1,11	1,28	1,56	1,82	1,97	2,36	2,71	3,04	3,34	3,61	3,86	4,12	4,33	4,48	4,58														
	≥ 3	0,35	0,64	1,03	1,15	1,33	1,62	1,90	2,06	2,46	2,84	3,18	3,51	3,80	4,06	4,35	4,58	4,77	4,89														
90	1	0,37	0,67	1,09	1,21	1,40	1,70	1,98	2,14	2,55	2,93	3,26	3,57	3,84	4,07	4,30	4,46	4,55	4,56														
	1,05	0,38	0,69	1,12	1,26	1,45	1,76	2,06	2,23	2,65	3,05	3,41	3,73	4,02	4,27	4,53	4,71	4,83	4,87														
	1,2	0,39	0,71	1,16	1,30	1,50	1,82	2,13	2,31	2,76	3,17	3,55	3,90	4,21	4,48	4,76	4,97	5,11	5,17														
	1,5	0,40	0,74	1,19	1,34	1,55	1,88	2,20	2,39	2,86	3,30	3,70	4,06	4,39	4,68	4,99	5,23	5,39	5,48														
	≥ 3	0,41	0,76	1,23	1,38	1,60	1,95	2,28	2,47	2,96	3,42	3,84	4,23	4,58	4,89	5,22	5,48	5,68	5,79														
100	1	0,43	0,79	1,28	1,44	1,66	2,02	2,36	2,55	3,05	3,49	3,90	4,26	4,58	4,85	5,10	5,27	5,35	5,32														
	1,05	0,44	0,81	1,32	1,48	1,71	2,08	2,43	2,64	3,15	3,62	4,05	4,43	4,76	5,05	5,34	5,53	5,63	5,63														
	1,2	0,45	0,83	1,35	1,52	1,76	2,14	2,51	2,72	3,25	3,74	4,19	4,59	4,95	5,26	5,57	5,79	5,92	5,94														
	1,5	0,46	0,85	1,39	1,56	1,81	2,20	2,58	2,80	3,35	3,86	4,33	4,76	5,13	5,46	5,80	6,05	6,20	6,25														
	≥ 3	0,47	0,87	1,43	1,60	1,86	2,27	2,66	2,88	3,46	3,99	4,48	4,92	5,32	5,67	6,03	6,30	6,48	6,56														
112	1	0,51	0,93	1,52	1,70	1,97	2,40	2,80	3,04	3,62	4,16	4,64	5,06	5,42	5,72	5,99	6,14	6,16	6,05														
	1,05	0,52	0,95	1,55	1,74	2,02	2,46	2,88	3,12	3,73	4,28	4,78	5,23	5,61	5,92	6,22	6,40	6,45	6,36														
	1,2	0,53	0,98	1,59	1,78	2,07	2,52	2,95	3,20	3,83	4,41	4,93	5,39	5,79	6,13	6,45	6,65	6,73	6,66														
	1,5	0,54	1,00	1,63	1,83	2,12	2,58	3,03	3,28	3,93	4,53	5,07	5,55	5,98	6,33	6,68	6,91	7,01	6,97														
	≥ 3	0,55	1,02	1,66	1,87	2,17	2,65	3,10	3,37	4,04	4,65	5,21	5,72	6,16	6,54	6,91	7,17	7,29	7,28														
125	1	0,59	1,09	1,77	1,99	2,30	2,80	3,28	3,55	4,24	4,85	5,40	5,88	6,27	6,58	6,83	7,92	6,84	6,57														
	1,05	0,60	1,11	1,81	2,03	2,35	2,86	3,35	3,63	4,34	4,98	5,55	6,04	6,46	6,78	7,06	7,18	7,12	6,88														
	1,2	0,61	1,13	1,84	2,07	2,40	2,93	3,43	3,72	4,44	5,10	5,69	6,21	6,64	6,99	7,29	7,44	7,41	7,19														
	1,5	0,62	1,15	1,88	2,11	2,45	2,99	3,50	3,80	4,54	5,22	5,83	6,37	6,83	7,19	7,52	7,69	7,69	7,50														
	≥ 3	0,63	1,17	1,91	2,15	2,50	3,05	3,58	3,88	4,65	5,35	5,98	6,53	7,01	7,40	7,75	7,95	7,97	7,81														
140	1	0,68	1,26	2,06	2,31	2,68	3,26	3,82	4,13	4,92	5,63	6,24	6,75	7,16	7,45	7,64	7,60	7,34	6,81														
	1,05	0,69	1,28	2,09	2,35	2,73	3,32	3,89	4,21	5,02	5,75	6,38	6,92	7,35	7,66	7,87	7,86	7,62	7,12														
	1,2	0,70	1,30	2,13	2,39	2,77	3,39	3,96	4,30	5,13	5,87	6,53	7,08	7,53	7,86	8,10	8,12	7,90	7,43														
	1,5	0,71	1,32	2,17	2,43	2,82	3,45	4,04	4,38	5,23	6,00	6,67	7,25	7,72	8,07	8,33	8,37	8,18	7,74														
	≥ 3	0,72	1,34	2,20	2,47	2,87	3,51	4,11	4,46	5,33	6,12	6,81	7,41	7,90	8,27	8,56	8,63	8,47	8,04														
160	1	0,80	1,49	2,44	2,73	3,17	3,86	4,51	4,88	5,80	6,60	7,27	7,81	8,19	8,40	8,41	8,11	7,47	6,45														
	1,05	0,81	1,51	2,47	2,78	3,22	3,92	4,59	4,97	5,90	6,72	7,42	7,97	8,37	8,61	8,64	8,37	7,75	6,76														
	1,2	0,82	1,53	2,51	2,82	3,27	3,98	4,66	5,05	6,00	6,84	7,56	8,13	8,56	8,81	8,88	8,62	8,03	7,07														
	1,5	0,83	1,55	2,54	2,86	3,32	4,05	4,74	5,13	6,11	6,97	7,70	8,30	8,74	9,02	9,11	8,88	8,31	7,36														
	≥ 3	0,84	1,57	2,58	2,90	3,37	4,11	4,81	5,21	6,21	7,09	7,85	8,46	8,93	9,22	9,34	9,14	8,80	7,68														
180	1	0,92	1,71	2,81	3,15	3,65	4,45	5,19	5,61	6,63	7,50	8,20	8,71	9,01	9,08	8,81	8,11	6,93	5,22														
	1,05	0,93	1,74	2,84	3,19	3,70	4,51	5,26	5,69	6,74	7,63	8,35	8,88	9,20	9,29	9,04	8,36	7,21	5,53														
	1,2	0,94	1,76	2,88	3,23	3,75	4,57	5,34	5,77	6,84	7,75	8,49	9,04	9,38	9,49	9,28	8,62	7,49	5,84														
	1,5	0,95	1,78	2,92	3,28	3,80	4,63	5,41	5,86	6,94	7,87	8,63	9,21	9,57	9,70	9,51	8,88	7,77	6,15														
	≥ 3	0,96	1,80	2,95	3,32	3,85	4,69	5,49	5,94	7,04	8,00	8,78	9,37	9,75	9,90	9,74	9,14	8,06	6,45														
v in $\text{m/s} \approx$		5				10				15				20				25				30				35				40			
Scheibenwerkstoff		normal																hochfest															
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet																dynamisch ausgewuchtet															

Nennleistung P_N für Profil SPZ (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																	
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000
		Nennleistung P_N in kW																	
90	1	0,43	0,75	1,17	1,30	1,48	1,76	2,02	2,16	2,49	2,77	3,00	3,16	3,26	3,29	3,24	3,07	2,77	2,34
	1,05	0,45	0,80	1,25	1,39	1,59	1,90	2,18	2,34	2,72	3,05	3,32	3,53	3,67	3,76	3,76	3,64	3,40	3,03
	1,2	0,47	0,85	1,34	1,49	1,70	2,04	2,35	2,53	2,96	3,33	3,64	3,90	4,09	4,22	4,28	4,22	4,04	3,72
	1,5	0,50	0,89	1,42	1,58	1,81	2,18	2,52	2,71	3,19	3,60	3,96	4,27	4,50	4,68	4,80	4,80	4,67	4,41
	≥ 3	0,52	0,94	1,50	1,67	1,92	2,32	2,69	2,90	3,42	3,88	4,29	4,83	4,92	5,14	5,32	5,37	5,31	5,10
100	1	0,53	0,94	1,49	1,65	1,89	2,27	2,61	2,80	3,27	3,67	3,99	4,25	4,42	4,50	4,48	4,31	3,97	3,46
	1,05	0,55	0,99	1,57	1,75	2,00	2,41	2,78	2,99	3,50	3,94	4,32	4,61	4,83	4,96	5,00	4,89	4,61	4,15
	1,2	0,57	1,03	1,65	1,84	2,11	2,54	2,95	3,17	3,73	4,22	4,64	4,98	5,25	5,43	5,52	5,46	5,24	4,84
	1,5	0,60	1,08	1,73	1,93	2,22	2,68	3,11	3,36	3,96	4,50	4,96	5,35	5,66	5,89	6,04	6,04	5,88	5,53
	≥ 3	0,62	1,131	1,81	2,02	2,33	2,82	3,28	3,54	4,19	4,78	5,29	5,72	6,08	6,35	6,56	6,62	6,51	6,22
112	1	0,64	1,18	1,86	2,07	2,38	2,86	3,31	3,57	4,18	4,71	5,15	5,49	5,72	5,85	5,83	5,61	5,16	4,47
	1,05	0,67	1,21	1,94	2,16	2,49	3,00	3,48	3,75	4,41	4,99	5,47	5,86	6,14	6,31	6,35	6,18	5,80	5,17
	1,2	0,69	1,26	2,02	2,26	2,60	3,14	3,65	3,94	4,64	5,27	5,79	6,23	6,55	6,77	6,87	6,76	6,43	5,86
	1,5	0,71	1,30	2,10	2,35	2,71	3,28	3,82	4,12	4,87	5,54	6,12	6,60	6,97	7,23	7,39	7,34	7,06	6,55
	≥ 3	0,74	1,35	2,18	2,44	2,82	3,42	3,98	4,30	5,11	5,82	6,44	6,96	7,38	7,69	7,91	7,91	7,70	7,24
125	1	0,77	1,40	2,25	2,52	2,90	3,50	4,06	4,38	5,15	5,80	6,34	6,76	7,03	7,16	7,09	6,75	6,11	5,14
	1,05	0,79	1,45	2,33	2,61	3,01	3,64	4,23	4,56	5,38	6,08	6,67	7,13	7,45	7,62	7,61	7,33	6,74	5,83
	1,2	0,82	1,50	2,42	2,70	3,12	3,78	4,40	4,75	5,61	6,36	6,99	7,49	7,86	8,08	8,13	7,90	7,37	6,52
	1,5	0,84	1,54	2,50	2,80	3,23	3,92	4,56	4,93	5,84	6,63	7,31	7,86	8,28	8,54	8,65	8,48	8,01	7,21
	≥ 3	0,86	1,59	2,58	2,89	3,34	4,06	4,73	5,12	6,07	6,91	7,63	8,23	8,69	9,01	9,17	9,06	8,64	7,91
140	1	0,92	1,68	2,71	3,03	3,49	4,23	4,91	5,29	6,22	7,01	7,64	8,11	8,39	8,48	8,27	7,69	6,71	5,28
	1,05	0,94	1,72	2,79	3,12	3,60	4,37	5,07	5,48	6,45	7,29	7,97	8,48	8,81	8,94	8,79	8,27	7,34	5,97
	1,2	0,96	1,77	2,87	3,21	3,71	4,50	5,24	5,66	6,68	7,56	8,29	8,85	9,22	9,40	9,31	8,85	7,98	6,66
	1,5	0,99	1,82	2,95	3,31	3,82	4,64	5,41	5,84	6,91	7,84	8,61	9,22	9,64	9,86	9,83	9,42	8,61	7,35
	≥ 3	1,01	1,86	3,03	3,40	3,93	4,78	5,58	6,03	7,14	8,12	8,94	9,59	10,05	10,32	10,35	10,00	9,25	8,05
160	1	1,11	2,04	3,30	3,70	4,27	5,17	6,01	6,47	7,60	8,53	9,24	9,72	9,94	9,87	9,34	8,28	6,62	4,31
	1,05	1,13	2,08	3,38	3,79	4,38	5,31	6,17	6,66	7,83	8,80	9,57	10,09	10,35	10,33	9,86	8,85	7,25	5,00
	1,2	1,15	2,13	3,46	3,88	4,49	5,45	6,34	6,84	8,06	9,08	9,89	10,46	10,77	10,79	10,38	9,43	7,88	5,70
	1,5	1,18	2,18	3,55	3,98	4,60	5,59	6,51	7,03	8,29	9,36	10,21	10,83	11,18	11,25	10,90	10,01	8,25	6,39
	≥ 3	1,20	2,22	3,63	4,07	4,71	5,73	6,68	7,21	8,52	9,63	10,53	11,20	11,60	11,72	11,42	10,58	9,15	7,08
180	1	1,30	2,39	3,89	4,36	5,04	6,10	7,07	7,62	8,90	9,93	10,67	11,09	11,15	10,81	9,78	7,99	5,38	1,88
	1,05	1,32	2,44	3,97	4,45	5,15	6,23	7,24	7,80	9,13	10,21	11,00	11,46	11,56	11,27	10,29	8,57	6,02	2,57
	1,2	1,34	2,49	4,05	4,54	5,25	6,37	7,41	7,99	9,37	10,49	11,32	11,83	11,98	11,73	10,81	9,15	6,65	3,26
	1,5	1,37	2,53	4,13	4,64	5,36	6,51	7,57	8,17	9,60	10,76	11,64	12,20	12,39	12,19	11,33	9,72	7,29	3,95
	≥ 3	1,39	2,58	4,21	4,73	5,47	6,655	7,74	8,35	9,83	11,04	11,96	12,56	12,81	12,65	11,85	10,30	7,92	4,64
200	1	1,49	2,75	4,47	5,01	5,79	7,00	8,10	8,72	10,13	11,22	11,92	12,19	11,98	11,25	9,50	6,75	2,89	
	1,05	1,51	2,79	4,55	5,10	5,89	7,14	8,27	8,90	10,37	11,49	12,24	12,56	12,40	11,71	10,02	7,33	3,52	
	1,2	1,53	2,84	4,63	5,19	6,00	7,27	8,44	9,08	10,60	11,77	12,56	12,93	12,81	12,17	10,54	7,91	4,16	
	1,5	1,55	2,89	4,71	5,29	6,11	7,41	8,61	9,27	10,83	12,05	12,89	13,30	13,23	12,63	11,06	8,48	4,79	
	≥ 3	1,58	2,93	4,79	5,38	6,22	7,55	8,77	9,45	11,06	12,32	13,21	13,67	13,64	13,09	11,58	9,06	5,43	
224	1	1,71	3,17	5,16	5,77	6,67	8,05	9,30	9,97	11,51	12,59	13,15	13,13	12,45	11,04	8,15	3,87		
	1,05	1,73	3,21	5,24	5,87	6,78	8,19	9,46	10,16	11,74	12,86	13,47	13,49	12,86	11,50	8,67	4,44		
	1,2	1,75	3,26	5,32	5,96	6,89	8,33	9,63	10,34	11,97	13,14	13,79	13,86	13,28	11,96	9,19	5,02		
	1,5	1,78	3,30	5,40	6,05	6,99	8,46	9,80	10,53	12,20	13,42	14,12	14,23	13,69	12,42	9,17	5,60		
	≥ 3	1,80	3,35	5,48	6,14	7,10	8,60	9,96	10,71	12,43	13,69	14,44	14,60	14,11	12,89	10,23	6,17		
250	1	1,95	3,62	5,88	6,59	7,60	9,15	10,53	11,26	12,85	13,84	14,13	13,62	12,22	9,83	5,29			
	1,05	1,97	3,66	5,97	6,68	7,71	9,29	10,69	11,44	13,08	14,12	14,45	13,99	12,64	10,29	5,81			
	1,2	1,99	3,71	6,05	6,77	7,82	9,43	10,86	11,63	13,31	14,39	14,77	14,36	13,05	10,75	6,33			
	1,5	2,02	3,75	6,13	6,87	7,93	9,56	11,03	11,81	13,54	14,67	15,10	14,73	13,47	11,21	6,85			
	≥ 3	2,04	3,80	6,21	6,96	8,04	9,70	11,19	12,00	13,77	14,95	15,42	15,10	13,88	11,67	7,36			
v in m/s ≈		5	10	15	20	25	30	35	40										
Scheibenwerkstoff		normal								hochfest									
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet								dynamisch ausgewuchtet									

Nennleistung P_N für Profil SPA (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																	
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	1800	2000	2200	2400	2800	3200	3600	4000	4500	
		Nennleistung P_N in kW																	
140	1	1,08	1,92	3,02	3,35	3,83	4,55	5,19	5,54	5,95	6,31	6,62	6,86	7,15	7,17	6,89	6,28	5,00	
	1,05	1,12	2,02	3,19	3,55	4,06	4,84	5,55	5,93	6,39	6,80	7,15	7,44	7,84	7,95	7,77	7,25	6,10	
	1,2	1,17	2,12	3,36	3,74	4,29	5,14	5,90	6,32	6,83	7,29	7,69	8,03	8,52	8,73	8,65	8,23	7,20	
	1,5	1,22	2,21	3,53	3,94	4,52	5,43	6,25	6,71	7,27	7,78	8,23	8,61	9,20	9,15	9,52	9,20	8,30	
	≥ 3	1,27	2,31	3,70	4,13	4,76	5,72	6,61	7,10	7,71	8,26	8,76	9,20	9,89	10,29	10,40	10,18	9,39	
160	1	1,37	2,47	3,92	4,37	5,01	5,98	6,86	7,33	7,89	8,38	8,80	9,13	9,52	9,53	9,10	8,21	6,36	
	1,05	1,41	2,57	4,10	4,57	5,24	6,28	7,21	7,72	8,33	8,87	9,33	9,71	10,20	10,31	9,98	9,18	7,46	
	1,2	1,46	2,66	4,27	4,76	5,47	6,57	7,56	8,11	8,77	9,36	9,87	10,30	10,89	11,09	10,86	10,16	8,55	
	1,5	1,51	2,76	4,44	4,96	5,70	6,86	7,92	8,50	9,21	9,85	10,41	10,88	11,57	11,87	11,74	11,13	9,65	
	≥ 3	1,56	2,86	4,61	5,15	5,93	7,15	7,27	8,89	9,65	10,33	10,94	11,47	12,25	12,65	12,61	12,11	10,75	
180	1	1,65	3,01	4,82	5,37	6,16	7,38	8,46	9,05	9,74	10,34	10,83	11,21	11,62	11,49	10,77	9,40	6,68	
	1,05	1,70	3,11	4,99	5,57	6,40	7,67	8,82	9,44	10,18	10,83	11,37	11,80	12,30	12,27	11,65	10,37	7,77	
	1,2	1,75	3,20	5,16	5,76	6,63	7,97	9,17	9,83	10,62	11,32	11,91	12,39	12,98	13,05	12,52	11,35	8,87	
	1,5	1,80	3,30	5,33	5,96	6,86	8,26	9,53	10,22	11,06	11,80	12,44	12,97	13,66	13,83	13,40	12,32	9,97	
	≥ 3	1,85	3,40	5,50	6,15	7,09	8,55	9,88	10,61	11,50	12,29	12,98	13,56	14,35	14,61	14,28	13,30	11,07	
200	1	1,94	3,54	5,69	6,35	7,30	8,74	10,02	10,70	11,50	12,18	12,72	13,11	13,41	13,01	11,83	9,77	5,85	
	1,05	1,99	3,64	5,86	6,55	7,53	9,04	10,37	11,09	11,94	12,67	13,25	13,69	14,10	13,79	12,71	10,75	6,95	
	1,2	2,03	3,74	6,03	6,75	7,76	9,33	10,73	11,48	12,38	13,155	13,79	14,28	14,78	14,57	13,59	11,72	8,04	
	1,5	2,08	3,84	6,21	6,94	7,99	9,62	11,08	11,87	12,82	13,64	14,33	14,86	15,46	15,36	14,46	12,70	9,14	
	≥ 3	2,13	3,93	6,38	7,14	8,23	9,91	11,43	12,26	13,26	14,13	14,86	15,45	16,14	16,14	15,34	13,68	10,24	
224	1	2,28	4,18	6,73	7,52	8,63	10,33	11,81	12,59	13,49	14,21	14,76	15,10	15,14	14,22	12,23	9,04	3,18	
	1,05	2,32	4,28	6,90	7,71	8,86	10,62	12,17	12,98	13,93	14,70	15,29	15,69	15,83	15,00	13,11	10,01	4,28	
	1,2	2,37	4,37	7,07	7,91	9,10	10,92	12,52	13,37	14,37	15,19	15,83	16,27	16,51	15,78	13,98	10,99	5,38	
	1,5	2,42	4,47	7,24	8,10	9,33	11,21	12,87	13,76	14,80	15,68	16,37	16,86	17,19	16,57	14,86	11,96	6,47	
	≥ 3	2,47	4,57	7,41	8,30	9,56	11,50	13,23	14,15	15,24	16,16	16,90	17,44	17,87	17,35	15,74	12,94	7,57	
250	1	2,64	4,86	7,84	8,75	10,04	11,99	13,66	14,51	15,47	16,19	16,68	16,89	16,44	14,69	11,48	6,63		
	1,05	2,69	4,96	8,01	8,94	10,27	12,28	14,01	14,90	15,91	16,68	17,21	17,47	17,13	15,47	12,36	7,61		
	1,2	2,74	5,05	8,18	9,14	10,50	12,57	14,37	15,29	16,35	17,17	17,75	18,06	17,81	16,25	13,23	8,58		
	1,5	2,79	5,15	8,35	9,33	10,74	12,87	14,72	15,68	16,78	17,66	18,28	18,65	18,49	17,03	14,11	9,56		
	≥ 3	2,83	5,25	8,52	9,53	10,97	13,16	15,07	16,07	17,22	18,15	18,82	19,23	19,17	17,81	14,99	10,53		
280	1	3,05	5,63	9,09	10,14	11,62	13,82	15,65	16,56	17,52	18,17	18,48	18,43	17,13	14,04	8,92	1,55		
	1,05	3,10	5,73	9,26	10,33	11,85	14,11	16,01	16,95	17,96	18,65	19,01	19,01	17,81	14,82	9,80	2,53		
	1,2	3,15	5,83	9,43	10,53	12,08	14,41	16,36	17,34	18,39	19,14	19,55	19,60	18,49	15,60	10,68	3,50		
	1,5	3,20	5,93	9,60	10,72	12,32	14,70	16,72	17,73	18,83	19,63	20,09	20,18	19,18	16,38	11,56	4,48		
	≥ 3	3,25	6,02	9,77	10,92	12,55	14,99	17,07	18,12	19,27	20,12	20,62	20,77	19,86	17,16	12,43	5,45		
315	1	3,53	6,53	10,51	11,71	13,40	15,84	17,79	18,70	19,56	20,00	19,97	19,44	16,71	11,47	3,40			
	1,05	3,58	6,62	10,68	11,91	13,63	16,13	18,15	19,09	20,00	20,49	20,51	20,03	17,39	12,25	4,28			
	1,2	3,63	6,72	10,85	12,11	13,86	16,43	18,50	19,48	20,44	20,97	21,05	20,61	18,07	13,03	5,16			
	1,5	3,68	6,82	11,02	12,30	14,09	16,72	18,85	19,87	20,88	21,46	21,58	21,20	18,76	13,81	6,04			
	≥ 3	3,73	6,92	11,19	12,50	14,32	17,01	19,21	20,26	21,32	21,95	22,12	21,78	19,44	14,59	6,91			
355	1	4,08	7,53	12,10	13,46	15,33	17,99	19,96	20,78	21,39	21,42	20,79	19,46	14,45	5,91				
	1,05	4,12	7,63	12,27	13,65	15,57	18,28	20,31	21,17	21,83	21,91	21,33	20,05	15,13	6,69				
	1,2	4,17	7,73	12,44	13,85	15,80	18,57	20,67	21,56	22,27	22,39	21,87	20,63	15,81	7,47				
	1,5	4,22	7,82	12,61	14,04	16,03	18,86	21,02	21,95	22,71	22,88	22,40	21,22	16,50	8,25				
	≥ 3	4,27	7,92	12,78	14,24	16,26	19,16	21,37	22,34	23,15	23,37	22,94	21,80	17,18	9,03				
400	1	4,68	8,64	13,82	15,34	17,39	20,17	22,02	22,62	22,76	22,07	20,46	17,87	9,37					
	1,05	4,73	8,74	13,99	15,53	17,62	20,46	22,37	23,01	23,19	22,55	21,00	18,46	10,05					
	1,2	4,78	8,84	14,16	15,73	17,85	20,75	22,72	23,40	23,63	23,04	21,54	19,04	10,74					
	1,5	4,83	8,94	14,33	15,92	18,09	21,05	23,08	23,79	24,07	23,53	22,07	19,63	11,42					
	≥ 3	4,87	9,03	14,50	16,12	18,32	21,34	23,43	24,18	24,51	24,02	22,61	20,21	12,10					
v in m/s \approx		5		10		15		20		25		30		35		40			
Scheibenwerkstoff		normal										hochfest							
Scheibenauswuchtun		statisch ausgewuchtet						dynamisch ausgewuchtet											

Nennleistung P_N für Profil SPB (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																
		200	300	400	500	600	700	800	950	1200	1450	1600	1800	2000	2200	2400	2800	3200
		Nennleistng P_N in kW																
224	1	2,90	4,08	5,19	6,23	7,21	8,13	8,99	10,19	11,89	13,22	13,81	14,35	14,58	14,47	14,01	11,89	8,01
	1,05	3,02	4,26	5,43	6,53	7,57	8,55	9,47	10,76	12,61	14,09	14,77	15,43	15,78	15,79	15,44	13,57	9,93
	1,2	3,14	4,44	5,67	6,83	7,92	8,97	9,95	11,33	13,33	14,95	15,73	16,51	16,98	17,11	16,88	15,25	11,85
	1,5	3,26	4,62	5,91	7,13	8,28	9,39	10,43	11,90	14,05	15,82	16,69	17,59	18,17	18,43	18,32	16,92	13,77
	≥ 3	3,38	4,80	6,15	7,43	8,64	9,81	10,91	12,47	14,77	16,69	17,65	18,66	19,37	19,75	19,76	18,60	15,68
250	1	3,50	4,95	6,31	7,60	8,81	9,95	11,02	12,51	14,61	16,21	16,92	17,52	17,70	17,44	16,69	13,60	8,12
	1,05	3,62	5,13	6,55	7,89	9,17	10,37	11,50	13,07	15,33	17,08	17,88	18,59	18,90	18,76	18,13	15,28	10,04
	1,2	3,74	5,31	6,79	8,19	9,53	10,79	11,98	13,64	16,05	17,95	18,83	19,67	20,10	20,08	19,57	16,96	11,96
	1,5	3,86	5,49	7,03	8,49	9,89	11,21	12,46	14,21	16,77	18,82	19,79	20,75	21,30	21,40	21,01	18,64	13,88
	≥ 3	3,98	5,67	7,27	8,79	10,25	11,63	12,94	14,78	17,49	19,69	20,75	21,83	22,50	22,72	22,45	20,32	15,80
280	1	4,18	5,94	7,59	9,15	10,62	12,01	13,31	15,10	17,60	19,44	20,20	20,75	20,75	20,13	18,86	14,11	6,10
	1,05	4,30	6,12	7,83	9,45	10,98	12,43	13,79	15,67	18,32	20,31	21,16	21,83	21,95	21,45	20,30	15,79	8,02
	1,2	4,42	6,30	8,07	9,75	11,34	12,85	14,27	16,24	19,04	21,18	22,12	22,91	23,15	22,77	21,73	17,47	9,93
	1,5	4,54	6,48	8,31	10,05	11,70	13,27	14,75	16,81	19,76	22,05	23,07	23,99	24,34	24,09	23,17	19,15	11,85
	≥ 3	4,66	6,66	8,55	10,35	12,06	13,69	15,23	17,38	20,48	22,92	24,03	25,07	25,54	25,41	24,61	20,83	13,77
315	1	4,97	7,08	9,07	10,94	12,70	14,36	15,90	18,01	20,88	22,87	23,58	23,91	23,47	22,18	19,98	12,53	
	1,05	5,09	7,26	9,31	11,24	13,06	14,78	16,38	18,58	21,60	23,74	24,54	24,99	24,67	23,50	21,42	14,20	
	1,2	5,21	7,44	9,55	11,54	13,42	15,20	16,86	19,15	22,32	24,60	25,50	26,07	25,87	24,82	22,86	15,88	
	1,5	5,33	7,62	9,79	11,84	13,78	15,62	17,34	19,72	23,04	25,47	26,46	27,15	27,07	26,14	24,30	17,56	
	≥ 3	5,45	7,80	10,03	12,14	14,14	16,04	17,82	20,29	23,76	26,34	27,42	28,23	28,26	27,46	25,74	19,24	
355	1	5,87	8,37	10,72	12,94	15,02	16,96	18,76	21,17	24,34	26,29	26,80	26,62	25,37	22,94	19,22		
	1,05	5,99	8,55	10,96	13,24	15,38	17,38	19,24	21,74	25,06	27,16	27,76	27,70	26,57	24,26	20,66		
	1,2	6,11	8,73	11,20	13,54	15,74	17,80	19,72	22,31	25,78	28,03	28,72	28,78	27,77	25,58	22,10		
	1,5	6,23	8,91	11,44	13,84	16,10	18,22	20,20	22,88	26,50	28,90	29,68	29,86	28,97	26,90	23,54		
	≥ 3	6,35	9,09	11,68	14,14	16,46	18,64	20,68	23,45	27,22	29,77	30,64	30,94	30,17	28,22	24,98		
400	1	6,86	9,80	12,56	15,15	17,56	19,79	21,84	24,52	27,83	29,46	29,53	28,42	25,81	21,54	15,48		
	1,05	6,98	9,98	12,80	15,45	17,92	20,21	22,32	25,09	28,55	30,33	30,49	29,50	27,01	22,86	16,91		
	1,2	7,10	10,16	13,04	15,75	18,28	20,63	22,80	25,66	29,27	31,20	31,45	30,58	28,21	24,18	18,35		
	1,5	7,22	10,34	13,28	16,04	18,64	21,05	23,28	26,23	29,99	32,07	32,41	31,66	29,41	25,50	19,79		
	≥ 3	7,34	10,52	13,52	16,34	19,00	21,47	23,76	26,80	30,70	32,94	33,37	32,74	30,60	26,82	21,23		
450	1	7,96	11,37	14,56	17,54	20,29	22,81	25,07	27,94	31,15	32,06	31,33	28,69	23,95	16,89			
	1,05	8,08	11,55	14,80	17,83	20,65	23,23	25,55	28,51	31,87	32,93	32,29	29,77	25,15	18,21			
	1,2	8,20	11,73	15,04	18,13	21,01	23,65	26,03	29,08	32,59	33,80	33,25	30,85	26,34	19,53			
	1,5	8,32	11,91	15,28	18,43	21,37	24,07	26,51	29,65	33,31	34,67	34,21	31,92	27,54	20,85			
	≥ 3	8,44	12,09	15,52	18,73	21,73	24,48	26,99	30,22	34,03	35,54	35,16	33,00	28,74	22,17			
500	1	9,04	12,91	16,52	19,86	22,92	25,67	28,09	31,04	33,85	33,58	31,70	26,94	19,35				
	1,05	9,16	13,09	16,76	20,16	23,28	26,09	28,57	31,61	34,57	34,45	32,66	28,02	20,54				
	1,2	9,28	13,27	17,00	20,46	23,64	26,51	29,05	32,18	35,29	35,31	33,62	29,10	21,74				
	1,5	9,40	13,45	17,24	20,76	24,00	26,93	29,53	32,75	36,01	36,18	34,57	30,18	22,94				
	≥ 3	9,52	13,63	17,48	21,06	24,36	27,35	30,01	33,32	36,73	37,05	35,53	31,26	24,14				
560	1	10,32	14,74	18,82	22,56	25,93	28,90	31,43	34,29	36,18	33,83	30,05	21,90					
	1,05	10,44	14,92	19,06	22,86	26,29	29,32	31,91	34,86	36,90	34,70	31,01	22,98					
	1,2	10,56	15,09	19,30	23,16	26,65	29,74	32,39	35,43	37,62	35,57	31,97	24,06					
	1,5	10,68	15,27	19,54	23,46	27,01	30,16	32,87	36,00	38,34	36,44	32,93	25,14					
	≥ 3	10,80	15,45	19,78	23,76	27,37	30,58	33,35	36,57	39,06	37,31	33,89	26,22					
630	1	11,80	16,82	21,42	25,58	29,25	32,37	34,88	37,37	37,52	31,74	24,96						
	1,05	11,92	17,00	21,66	25,88	29,61	32,79	35,36	37,94	38,24	32,61	25,92						
	1,2	12,04	17,18	21,90	26,18	29,96	33,21	35,84	38,51	38,96	33,48	26,88						
	1,5	12,16	17,36	22,14	26,48	30,32	33,63	36,32	39,07	39,68	34,35	27,84						
	≥ 3	12,28	17,54	22,38	26,78	30,68	34,04	36,80	39,64	40,40	35,22	28,79						
v in $\text{m/s} \approx$		10	15	20	25	30	35	40										
Scheibenwerkstoff		normal						hochfest										
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet						dynamisch ausgewuchtet										

Nennleistung P_N für Profil SPC (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemeneschwindigkeit v)

LÖSUNG zu Übungsaufgabe RK 017

E-RK 1

Welche Arten von Zugmittelgetrieben werden häufig in Verbrennungsmotoren zur Kopplung der Kurbel- und Nockenwelle verwendet und warum?

Lösung:

- Zahnriemen
- Ketten

Steuerzeiten müssen übereinstimmen. Kein Schlupf zulässig.

Nennen Sie mindestens jeweils 3 Vor- bzw. Nachteile der vorher **genannten** Zugmittelgetriebe.

Lösung:

Zahnriemen im Vergleich mit Ketten

Vorteile:

- leiser
- fast keine Ungleichförmigkeit (Polygoneffekt sehr gering)
- keine Schmierung nötig
- keine Korrosion
- keine Längung \Rightarrow keine Spanneinrichtung nötig
- preisgünstiger und leichter
- Spielfreiheit möglich (kein Durchhang) mit Spezialrädern (\Rightarrow teurer)
- Lage beliebig
- Schränken möglich.

Nachteile:

- Leistung begrenzt
- höhere Achskräfte (Vorspannung)
- temperaturempfindlich
- nicht teilbar \Rightarrow Montage schwieriger

E-RK 2

Im Rahmen der Konzipierung eines Shredders (Zerkleinerungsmaschine) zur Altmetallrückgewinnung ist der Antrieb des Rotors der Anlage auszulegen. Der Antrieb ist mit einem Schmalkeilriementrieb zu realisieren. Der Antrieb erfolgt über einen Verbrennungsmotor (schwere Antriebsmaschine), der eine Leistung $P_{an} = 260 \text{ kW}$ liefert, und soll für einen täglichen Betrieb von 9 Stunden ausgelegt werden. Der Antriebsmotor hat eine Nenndrehzahl von $n_{an} = 1200 \text{ 1/min}$. Es ist motorseitig eine Riemenscheibe zu wählen, die einen Wirkdurchmesser von $d_{wk} = 224 \text{ mm}$ besitzt.

Welches Riemenprofil und welcher normgerechte Wirkdurchmesser der Riemenscheibe des Rotors ist zu wählen, damit ein Übersetzungsverhältnis von etwa $i = 3$ realisiert werden kann?

Aus Tabellen / Diagrammen entnommene Werte sind **eindeutig** zu markieren.

Lösung:

$c_2 = 1,4 - 1,5$ (schwerer Antrieb, sehr schwerer Abtrieb, 9 h tägl.)
(gerechnet mit 1,5)

$$P \cdot c_2 \approx 390 \text{ kW}$$

$$n_K = 1.200 \text{ min}^{-1}$$

SPC

$$d_{wg} = \frac{i}{1,015} \cdot d_{wk} \approx 662 \text{ mm}$$

$$d_{wg} = 630 \text{ mm gewählt}$$

E-RK 3

Berechnen Sie unter der Annahme einer Wirklänge des Riemens von $l_w = 3150 \text{ mm}$ und eines Wirkdurchmessers der großen Riemenscheibe $d_{wg} = 560 \text{ mm}$ den Achsabstand.

Lösung:

$$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) = 479 \text{ mm}$$

$$q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2 = 14.112 \text{ mm}$$

$$e = p + \sqrt{p^2 - q} = 943 \text{ mm}$$

E-RK 4

Geben Sie die benötigte Anzahl der Riemen an. Der Umschlingungswinkel kann mit $\beta_k = 150^\circ$ und die Übersetzung mit $i = 3$ abgeschätzt werden.

Ist die gewählte Lösung des Schmalriementriebs für diesen Anwendungszweck sinnvoll? Begründen Sie.

Aus Tabellen / Diagrammen entnommene Werte sind **eindeutig** zu markieren.

Lösung:

$$P_N = 14,77 \text{ kW}$$

$$c_1 = 0,92$$

$$c_1 = 0,9$$

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3} \approx 31,89 \Rightarrow 32$$

Zu viele Riemen notwendig. Da Riemenlänge nicht konstant, keine gleichmäßige Aufteilung der Last.