



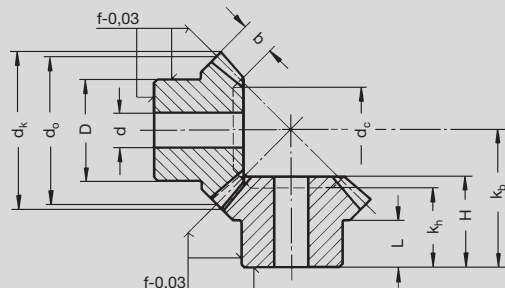
	Übersetzung Gear	Modul Module	Werkstoff Material	Seite Page
	1,0:1	1 bis/to 5	St (Zähne induktiv härtbar / teeth can be induction hardened)	D-2
	1,5:1	1 bis/to 5	St (Zähne induktiv härtbar / teeth can be induction hardened)	D-3
	2,0:1	1 bis/to 5	St (Zähne induktiv härtbar / teeth can be induction hardened)	D-3
	2,5:1	1 bis/to 5	St (Zähne induktiv härtbar / teeth can be induction hardened)	D-3
	3,0:1	1 bis/to 5	St (Zähne induktiv härtbar / teeth can be induction hardened)	D-4
	3,5:1	1 bis/to 4,5	St (Zähne induktiv härtbar / teeth can be induction hardened)	D-4
	4,0:1	1 bis/to 4	St (Zähne induktiv härtbar / teeth can be induction hardened)	D-5
	5,0:1	1 bis/to 3	St (Zähne induktiv härtbar / teeth can be induction hardened)	D-5
	Auswahldiagramm und Beispiel Stahl (Zähne induktiv härtbar)		Selection diagram and example Steel (teeth can be induction hardened)	D-6
	Lagerkräfte		Bearing loads	D-8
	Formeln		Formulas	D-9
	Einbau		Mounting	D-11
	Schmierung		Lubrication	D-13
	Weiterbearbeitung		Finishing	D-13





Kegelräder mit einseitiger Nabe aus Vergütungsstahl Cf 53 W.St.Nr.1.1213 (650/800 N/mm²) –
Stahl für Oberflächenhärtung, 90° Achswinkel, Qualität 8 e 25 DIN 3965

Bevel gears with one-sided hub of heat-treatable steel Cf53, material no. 1.1213 (650/800 N/mm²) –
steel for surface hardening, 90° shaft angle, grade 8e 25 DIN 3965



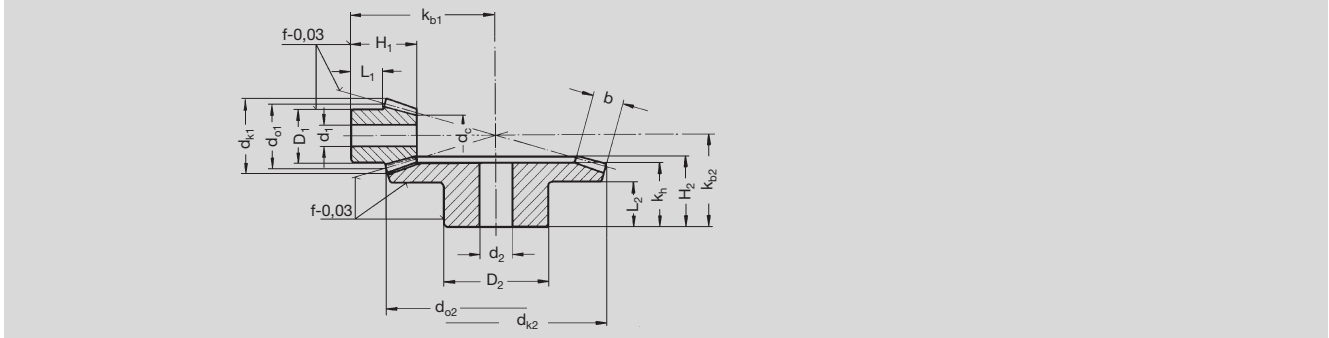
Übersetzung / Gear ratio 1:1

Bestell-Nummer Order code Rad / Gear	Modul Module m	Zähnezahl N° of teeth z	do	b	dk	D	L	d ^{J8}	kb	H	kh	dc	 Satz/Set
1 40 10 116	1,0	16	16	4,0	17,4	13,3	6,5	4	16	11,2	–	7,0	0,04
1 40 10 119		19	19	4,0	20,4	15,3	6,5	4	18	11,8	–	11,5	0,05
1 40 10 122		22	22	4,7	23,4	16,3	5,5	5	20	12,8	–	11,5	0,06
1 40 10 126		26	26	5,5	27,4	20,3	7,0	5	22	13,3	–	14,5	0,08
1 40 10 130		30	30	6,4	31,4	20,3	8,0	5	26	16,0	–	17,5	0,10
1 40 15 116	1,5	16	24	6,0	26,1	20,3	12,0	8	26	18,9	–	12,0	0,07
1 40 15 119		19	28,5	7,0	30,6	20,3	12,0	8	30	21,3	–	14,5	0,11
1 40 15 122		22	33	7,5	35,1	25,3	12,0	8	33	22,5	–	17,0	0,18
1 40 15 126		26	39	8,5	41,1	28,3	12,0	8	36	23,2	–	22,0	0,25
1 40 15 130		30	45	10,0	47,1	30,3	12,0	12	42	27,2	–	26,0	0,36
1 40 20 116	2,0	16	32	8,0	34,8	25,3	14,0	8	33	23,5	–	15,5	0,18
1 40 20 119		19	38	9,0	40,8	25,3	12,0	8	36	24,2	–	19,5	0,23
1 40 20 122		22	44	10,0	46,8	30,3	14,0	12	42	27,9	–	23,5	0,40
1 40 20 126		26	52	12,0	54,8	35,3	14,0	12	48	31,4	–	29,0	0,56
1 40 20 130		30	60	13,0	62,8	40,3	17,0	14	54	34,1	–	36,0	0,80
1 40 25 116	2,5	16	40	10,0	43,5	30,3	15,0	12	40	28,1	–	20,0	0,32
1 40 25 119		19	47,5	11,0	51,0	35,3	13,0	12	42	27,1	–	25,0	0,45
1 40 25 122		22	55	12,0	58,5	45,3	16,0	16	48	30,1	–	31,5	0,68
1 40 25 126		26	65	15,0	68,5	45,3	16,0	16	54	33,2	–	36,5	0,93
1 40 25 130		30	75	16,0	78,5	50,3	20,0	16	64	39,0	–	45,5	1,45
1 40 30 116	3,0	16	48	12	52,5	40,3	18	12	46	31,7	–	23,0	0,60
1 40 30 119		19	57	13	61,2	40,3	17	14	54	36,0	–	30,0	0,80
1 40 30 122		22	66	15	70,2	50,3	17	16	58	36,9	–	36,5	1,16
1 40 30 126		26	78	17	82,2	50,3	18	16	64	38,4	–	45,5	1,55
1 40 30 130		30	90	19	94,2	60,3	22	20	74	43,8	–	55,0	2,35
1 40 35 116	3,5	16	56	14	60,9	45,3	20	16	53	36,4	–	27,5	1,00
1 40 35 122		22	77	17	81,9	55,3	18	20	64	39,1	–	43,5	1,58
1 40 35 130		30	105	23	110,0	70,3	22	20	82	47,1	43	67,0	3,50
1 40 40 116	4,0	16	64	15	69,7	50,3	25	16	64	44,3	–	32,0	1,35
1 40 40 119		19	76	18	81,7	55,3	22	20	68	44,4	–	40,0	1,60
1 40 40 122		22	88	20	93,7	60,3	22	25	74	45,9	–	49,0	2,60
1 40 40 126		26	104	23	109,7	70,3	22	25	82	48,0	43	65,0	3,30
1 40 40 130		30	120	26	125,7	80,3	25	25	94	54,2	49	76,0	5,10
1 40 45 116	4,5	16	72	17,5	78,4	55,3	25	20	68	46,3	–	35,5	1,70
1 40 45 122		22	99	22	105,3	70,3	25	25	82	50,1	–	56,0	3,30
1 40 50 116	5,0	16	80	18	87,1	60,3	25	25	74	48,9	–	42,0	2,10
1 40 50 119		19	95	22	102,1	60,3	25	25	82	52,2	–	50,0	2,80
1 40 50 122		22	110	24	117,1	80,3	30	30	94	58,2	52	68,0	4,60
1 40 50 126		26	130	29	137,1	80,3	30	30	105	62,7	57	82,0	6,20
1 40 50 130		30	150	32	157,1	80,3	35	30	119	68,9	63	97,0	8,10



Kegelräder mit einseitiger Nabe aus Vergütungsstahl Cf 53 W.St.Nr.1.1213 (650/800 N/mm²) –
Stahl für Oberflächenhärtung, 90° Achswinkel, Qualität 8 e 25 DIN 3965

Bevel gears with one-sided hub of heat-treatable steel Cf53, material no. 1.1213 (650/800 N/mm²) –
steel for surface hardening, 90° shaft angle, grade 8e 25 DIN 3965



Übersetzung / Gear ratio 1,5:1

16 und / and 24 Zähne / Teeth

Bestell-Nr. Order code	Modul Module	d _{o1}	d _{o2}	b	d _{k1}	d _{k2}	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	d ₁ ^{J8}	d ₂ ^{J8}	k _{b1}	k _{b2}	H ₁	H ₂	k _h	d _c	kg Satz Set	
Ritzel/Pinion	Rad/Gear	m																		
140 10 150	240 10 150	1,0	16	24	4,3	18,1	24,8	13,3	20,3	7,0	9,3	4	5	20	20	12,0	14,8	13,0	9,0	0,12
140 15 150	240 15 150	1,5	24	36	8,0	27,1	37,2	20,3	28,3	11,8	16,0	8	8	31	32	20,3	24,9	23,0	12,5	0,17
140 20 150	240 20 150	2,0	32	48	10,0	36,2	49,7	25,3	32,3	13,8	16,0	8	8	40	37	25,2	27,2	24,5	17,5	0,28
140 25 150	240 25 150	2,5	40	60	13,0	45,2	62,1	32,3	45,3	16,4	20,0	12	16	49	46	30,8	34,0	31,0	22,0	0,58
140 30 150	240 30 150	3,0	48	72	14,5	54,3	74,5	40,3	55,3	16,4	20,0	12	16	55	51	32,4	36,2	32,0	26,0	1,10
140 35 150	240 35 150	3,5	56	84	18,0	63,3	86,9	45,3	55,3	20,4	25,0	16	20	66	61	40,4	44,2	40,0	28,0	1,40
140 40 150	240 40 150	4,0	64	96	18,0	72,4	99,3	50,3	60,3	25,4	25,0	16	20	78	66	46,8	45,5	40,0	37,0	2,00
140 45 150	240 45 150	4,5	72	108	20,0	81,4	111,7	60,3	80,3	25,1	35,0	20	25	83	81	47,6	57,8	52,0	41,0	3,20
140 50 150	240 50 150	5,0	80	120	24,0	90,5	124,1	60,3	80,3	25,4	35,0	25	30	92	86	54,1	61,1	55,0	45,0	3,70

Übersetzung / Gear ratio 2,0:1

15 und / and 30 Zähne / Teeth

Bestell-Nr. Order code	Modul Module	d _{o1}	d _{o2}	b	d _{k1}	d _{k2}	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	d ₁ ^{J8}	d ₂ ^{J8}	k _{b1}	k _{b2}	H ₁	H ₂	k _h	d _c	kg Satz Set	
Ritzel/Pinion	Rad/Gear	m																		
140 10 200	240 10 200	1,0	15,0	30	5,0	17,4	30,6	13,3	20,3	6,5	9	4	5	22	20	11,9	15,1	14	8,0	0,18
140 15 200	240 15 200	1,5	22,5	45	9,0	26,1	45,9	20,3	32,3	11,9	16	8	8	35	32	21,1	25,2	23	11,5	0,21
140 20 200	240 20 200	2,0	30,0	60	11,5	34,8	61,2	25,3	40,3	14,1	18	8	14	45	39	26,0	29,8	27	16,0	0,45
140 25 200	240 25 200	2,5	37,5	75	15,0	43,5	76,5	32,3	45,3	16,2	20	12	16	55	45	31,8	33,7	30	20,0	0,70
140 30 200	240 30 200	3,0	45,0	90	17,0	52,2	91,8	40,3	55,3	19,9	25	12	16	66	56	37,3	42,1	38	25,0	1,30
140 35 200	240 35 200	3,5	52,5	105	20,5	60,9	107,1	45,3	60,3	24,7	25	16	20	79	61	46,1	45,0	40	28,5	1,90
140 40 200	240 40 200	4,0	60,0	120	22,5	69,6	122,3	50,3	80,3	24,6	35	20	25	87	76	48,6	57,3	52	34,0	3,10
140 45 200	240 45 200	4,5	67,5	135	26,0	78,3	137,6	60,3	80,3	24,7	35	20	30	94	81	51,4	60,3	53	37,5	3,80
140 50 200	240 50 200	5,0	75,0	150	30,0	87,0	152,9	60,3	80,3	25,3	35	25	30	104	85	57,6	62,5	56	40,0	4,60

Übersetzung / Gear ratio 2,5:1

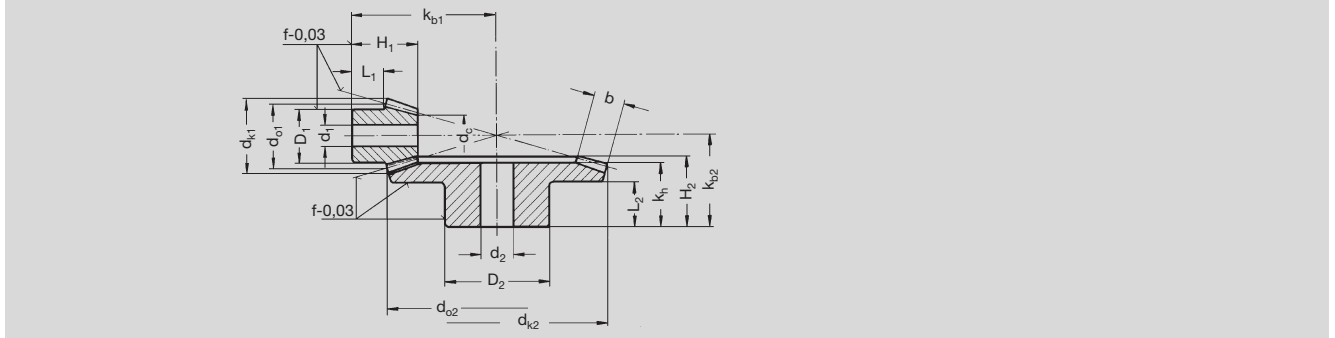
16 und / and 40 Zähne / Teeth

Bestell-Nr. Order code	Modul Module	d _{o1}	d _{o2}	b	d _{k1}	d _{k2}	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	d ₁ ^{J8}	d ₂ ^{J8}	k _{b1}	k _{b2}	H ₁	H ₂	k _h	d _c	kg Satz Set	
Ritzel/Pinion	Rad/Gear	m																		
140 10 250	240 10 250	1,0	16	40	6,5	18,6	40,4	13,3	25,3	7,4	9	4	8	28	20	14,4	14,8	14,0	9,0	0,26
140 15 250	240 15 250	1,5	24	60	11,5	27,9	60,7	20,3	40,3	12,3	18	8	14	43	35	24,2	27,8	25,5	13,0	0,32
140 20 250	240 20 250	2,0	32	80	15,0	37,2	80,9	25,3	45,3	13,7	20	8	16	55	42	29,6	32,4	29,0	18,0	0,65
140 25 250	240 25 250	2,5	40	100	19,0	46,4	101,1	32,3	55,3	18,5	25	12	16	70	52	38,4	39,8	36,0	22,5	1,20
140 30 250	240 30 250	3,0	48	120	21,5	55,7	121,4	40,3	60,3	19,6	30	16	20	81	63	41,9	47,9	44,0	27,5	1,90
140 35 250	240 35 250	3,5	56	140	22,6	65,0	141,6	45,3	80,3	25,0	35	20	25	97	73	49,1	54,6	50,0	34,0	3,30
140 40 250	240 40 250	4,0	64	160	26,0	74,3	161,8	55,3	80,3	25,3	35	20	30	107	78	52,5	57,0	51,0	38,5	4,30
140 50 250	240 50 250	5,0	80	200	32,0	92,9	202,3	60,3	90,3	30,1	40	25	30	134	92	65,4	65,7	58,0	49,5	7,10



Kegelräder mit einseitiger Nabe aus Vergütungsstahl Cf 53 W.St.Nr.1.1213 (650/800 N/mm²) –
Stahl für Oberflächenhärtung, 90° Achswinkel, Qualität 8 e 25 DIN 3965

Bevel gears with one-sided hub of heat-treatable steel Cf53, material no. 1.1213 (650/800 N/mm²) –
steel for surface hardening, 90° shaft angle, grade 8e 25 DIN 3965



Übersetzung / Gear ratio 3,0:1

15 und / and 45 Zähne / Teeth

Bestell-Nr. Order code	Modul Module m	d _{o1}	d _{o2}	b	d _{k1}	d _{k2}	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	d ₁ ^{JB}	d ₂ ^{JB}	k _{b1}	k _{b2}	H ₁	H ₂	k _h	d _c	kg Satz Set
140 10 300 240 10 300	1,0	15,0	45,0	7,1	17,7	45,3	13,3	25,3	9,2	10	4	8	32	22	16,6	17,1	15,0	8,0	0,32
140 15 300 240 15 300	1,5	22,5	67,5	10,5	26,5	68,1	19,3	45,3	11,7	20	8	14	46	37	22,6	29,6	27,0	14,0	0,47
140 20 300 240 20 300	2,0	30,0	90,0	14,0	35,4	90,8	25,3	45,3	14,2	20	8	16	60	42	28,9	32,1	29,0	18,0	0,75
140 25 300 240 25 300	2,5	37,5	112,5	18,0	44,2	113,4	32,3	60,3	15,9	25	12	20	73	52	34,6	39,7	36,0	22,5	1,50
140 30 300 240 30 300	3,0	45,0	135,0	21,0	53,0	136,1	40,3	60,3	19,7	30	16	25	88	62	41,3	47,2	42,5	28,5	1,90
140 35 300 240 35 300	3,5	52,5	157,5	23,5	61,9	158,8	45,3	80,3	25,0	35	20	25	105	72	49,6	54,4	49,0	33,5	3,70
140 40 300 240 40 300	4,0	60,0	180,0	27,5	70,7	181,5	50,3	80,3	25,4	35	20	30	117	77	54,3	57,0	51,0	38,0	4,80
140 45 300 240 45 300	4,5	67,5	202,5	28,5	79,5	204,2	55,3	90,3	24,8	40	25	30	128	87	55,2	63,9	57,0	44,0	6,50
140 50 300 240 50 300	5,0	75,0	225,0	33,0	88,4	226,9	60,3	90,3	30,0	40	25	30	145	92	65,3	66,7	59,0	47,0	8,70

Übersetzung / Gear ratio 3,5:1

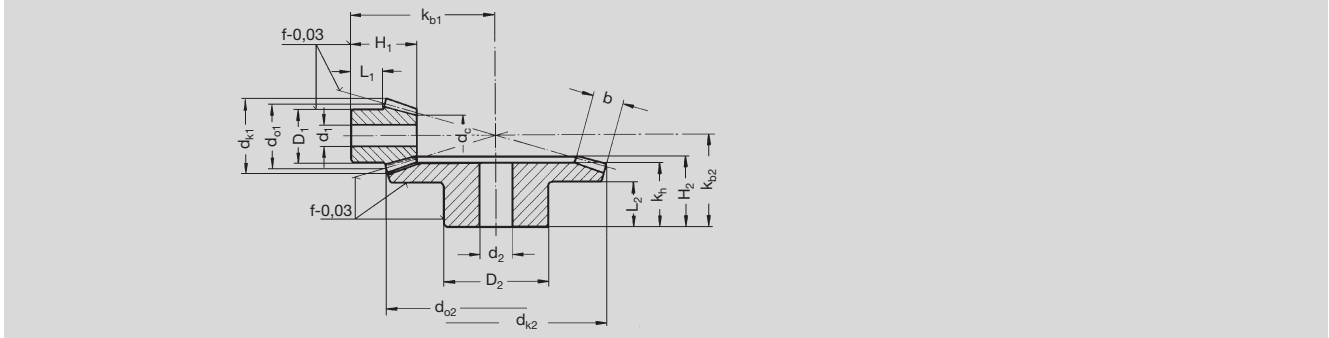
16 und / and 56 Zähne / Teeth

Bestell-Nr. Order code	Modul Module m	d _{o1}	d _{o2}	b	d _{k1}	d _{k2}	D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	d ₁ ^{JB}	d ₂ ^{JB}	k _{b1}	k _{b2}	H ₁	H ₂	k _h	d _c	kg Satz Set
140 10 350 240 10 350	1,0	16	56	8,7	18,7	56,3	13,3	30,3	7,6	10	4	8	36	22	16,6	16,7	15,0	9,0	0,40
140 15 350 240 15 350	1,5	24	84	12,0	28,1	84,5	20,3	45,3	11,5	25	8	14	54	43	24,0	34,8	32,0	16,0	0,70
140 25 350 240 25 350	2,5	40	140	20,0	46,8	140,8	32,3	60,3	17,9	30	14	20	89	58	38,9	44,4	40,5	25,5	2,10
140 35 350 240 35 350	3,5	56	196	25,0	65,6	197,1	45,3	80,3	25,5	35	20	25	125	75	52,0	55,1	49,0	37,5	5,00
140 45 350 240 45 350	4,5	72	252	32,0	84,3	253,4	60,3	90,3	28,0	40	20	30	156	92	62,0	66,5	58,0	48,5	9,70



Kegelräder mit einseitiger Nabe aus Vergütungsstahl Cf 53 W.St.Nr.1.1213 (650/800 N/mm²) –
Stahl für Oberflächenhärtung, 90° Achswinkel, Qualität 8 e 25 DIN 3965

Bevel gears with one-sided hub of heat-treatable steel Cf53, material no. 1.1213 (650/800 N/mm²) –
steel for surface hardening, 90° shaft angle, grade 8e 25 DIN 3965



Übersetzung / Gear ratio 4,0:1

15 und / and 60 Zähne / Teeth

Bestell-Nr. Order code	Modul Module	d_{o1}	d_{o2}	b	d_{k1}	d_{k2}	D_1	D_2	L_1	L_2	d_1^{j8}	d_2^{j8}	k_{b1}	k_{b2}	H_1	H_2	k_h	d_c	kg Satz Set	
Ritzel/Pinion	Rad/Gear	m																		
140 10 400	240 10 400	1,0	15,0	60	9,3	17,8	60,3	13,3	30,3	7,7	10	4	8	38	22	17,2	17,1	15	8,0	0,50
140 15 400	240 15 400	1,5	22,5	90	11,0	26,7	90,4	20,3	50,3	11,7	25	8	16	57	42	23,0	34,0	31	15,0	0,80
140 20 400	240 20 400	2,0	30,0	120	16,0	35,6	120,6	25,3	60,3	14,4	25	8	16	75	48	31,0	37,6	34	20,0	1,40
140 25 400	240 25 400	2,5	37,5	150	19,0	44,5	150,7	32,3	60,3	18,4	30	14	20	94	58	38,1	44,8	40	25,0	2,20
140 30 400	240 30 400	3,0	45,0	180	23,0	53,3	180,8	40,3	80,3	24,5	35	16	25	115	69	48,1	53,2	48	30,0	4,60
140 40 400	240 40 400	4,0	60,0	240	30,0	71,1	241,1	50,3	90,3	23,0	40	20	30	145	82	55,1	60,8	53	37,5	7,00

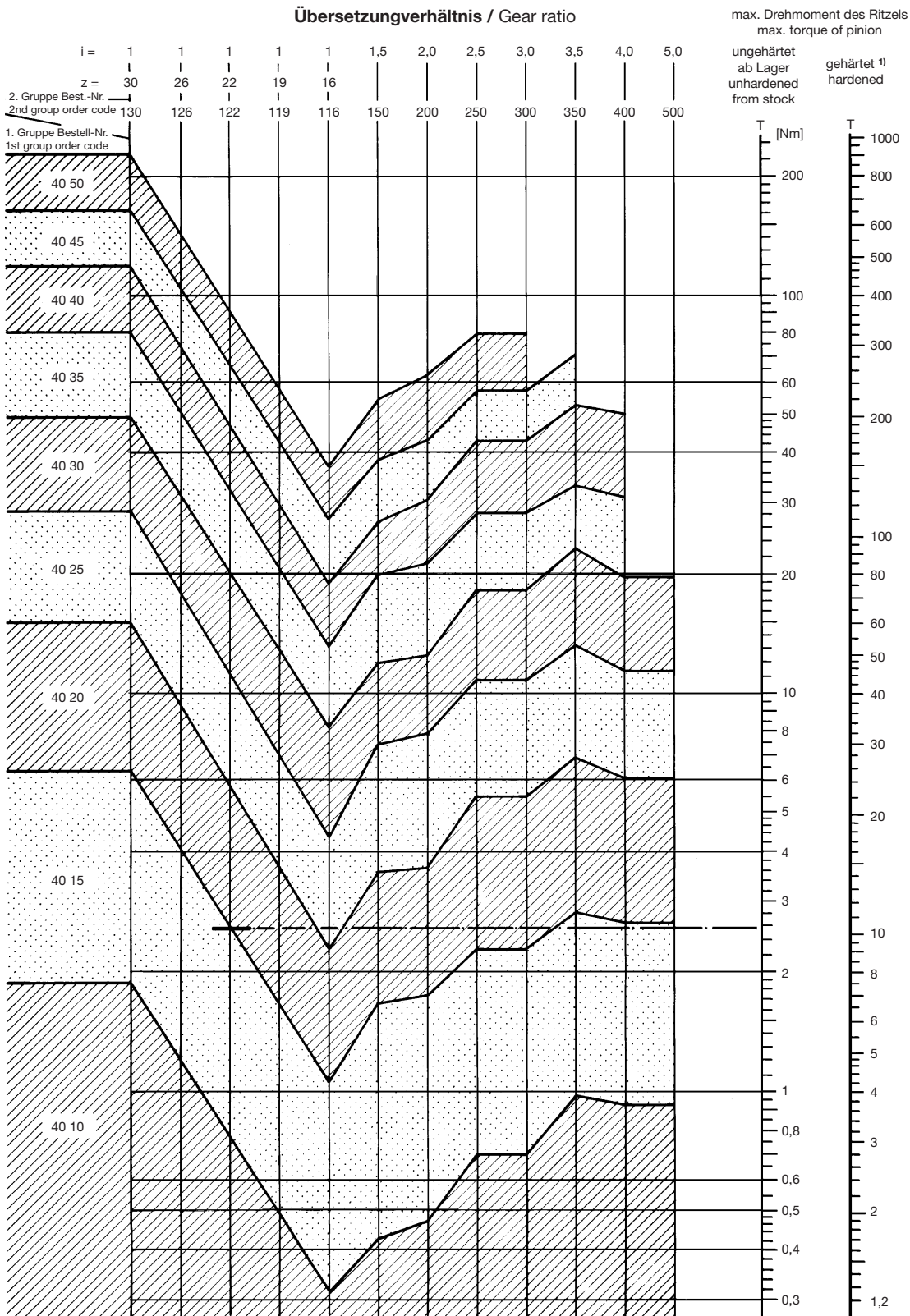
Übersetzung / Gear ratio 5,0:1

15 und / and 75 Zähne / Teeth

Bestell-Nr. Order code	Modul Module	d_{o1}	d_{o2}	b	d_{k1}	d_{k2}	D_1	D_2	L_1	L_2	d_1^{j8}	d_2^{j8}	k_{b1}	k_{b2}	H_1	H_2	k_h	d_c	kg Satz Set	
Ritzel/Pinion	Rad/Gear	m																		
140 10 500	240 10 500	1,0	15,0	75,0	11,5	17,8	75,2	13,3	40,3	8,3	10	4	8	46	22	20,0	17,1	15	9,0	0,75
140 15 500	240 15 500	1,5	22,5	112,5	12,0	26,7	112,8	20,3	50,3	15,0	20	8	16	72	42	27,8	33,7	30	15,0	1,10
140 20 500	240 20 500	2,0	30,0	150,0	16,0	35,7	150,4	25,3	60,3	19,0	25	8	20	94	50	35,1	38,9	35	20,0	2,00
140 25 500	240 25 500	2,5	37,5	187,5	20,0	44,6	188,1	30,3	80,3	21,0	25	12	25	115	56	41,4	42,2	36	25,5	3,40
140 30 500	240 30 500	3,0	45,0	225,0	24,0	53,5	225,7	35,3	90,3	25,0	30	14	30	138	66	49,7	49,4	43	32,0	5,60



Diagramm zur Bestimmung eines Geradzahn-Kegelradpaares aus Stahl Diagram for the selection of a straight-tooth bevel-gear pair of steel



Ablesebeispiel: Bestell-Nr. 40 15 122 $i = 1, z = 22, T_d = 2,54 \text{ Nm}$
 Reading example: Order code 40 15 122 $i = 1, z = 22, T_d = 2,54 \text{ Nm}$

1) Für gehärtete Ritzel mit mehr als 20 Zähnen wird beim Diagrammwert die Biegeweichselfestigkeit erreicht. Deshalb muss der Sicherheitswert S entsprechend höher gehalten werden.

In the case of hardened pinions with more than 20 teeth the diagram reflects the fatigue bending strength under reversed bending stresses. Accordingly, a higher coefficient of safety S must be chosen.



Bestimmung eines Geradzahn-Kegelradpaares aus Stahl

Selection of a straight-tooth bevel-gear pair of steel

Erforderliche Daten

Eingangsdrehmoment am Ritzel T_1 (Nm)
 Drehzahl des Ritzels n_1 (min⁻¹)
 Übersetzungsverhältnis i ()
 Belastungsfaktor K_A
 Geschwindigkeitsfaktor f_n
 Sicherheitsfaktor S

Required data

Input torque on pinion T_1 (Nm)
 Speed of rotation of pinion n_1 (min⁻¹)
 Gear ratio i ()
 Load factor K_A
 Speed factor f_n
 Safety factor S



Bedingung

$$T_{\text{Diagr}} \geq T_1 \cdot K_A \cdot f_n \cdot S$$

Condition

$$T_{\text{diagr}} \geq T_1 \cdot K_A \cdot f_n \cdot S$$

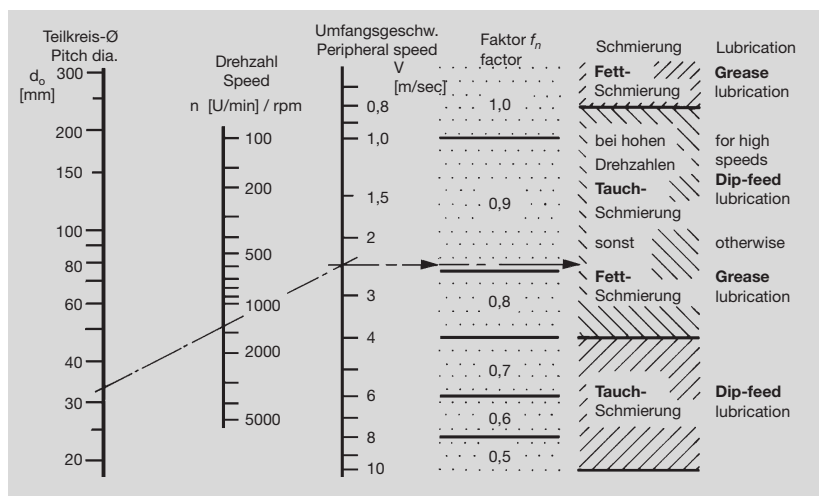
Belastungsfaktor K_A

Antrieb	Belastungsart der anzutreibenden Maschine		
	gleichförmig	mittlere Stöße	starke Stöße
gleichförmig	1,00	1,25	1,75
leichte Stöße	1,25	1,50	2,00
mittlere Stöße	1,50	1,75	2,25

Load factor K_A

Drive	Type of load from the machine to be driven		
	uniform	medium shocks	heavy shocks
uniform	1,00	1,25	1,75
light shocks	1,25	1,50	2,00
medium shocks	1,50	1,75	2,25

Geschwindigkeitsfaktor / Speed factor f_n



Rechenbeispiel

Erforderliche Daten

$T_1 = 1,00$ Nm
 $n_1 = 1400$ min⁻¹
 $i = 1,0$
 $K_A = 1,25$
 $f_n = 0,9$
 $S = 1,5$

Calculating example

Required data

$T_1 = 1,00$ Nm
 $n_1 = 1400$ min⁻¹
 $i = 1,0$
 $K_A = 1,25$
 $f_n = 0,9$
 $S = 1,5$

Bedingung

$T_{\text{Diagr}} \geq 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \approx 1,7$ Nm
 $T_{\text{Diagr}} \approx 2,5$ Nm > 1,7 Nm
 gewählt Kegelradsatz 40 15 122
 (Modul 1,5, z = 22 Zähne und Tauchschmierung)

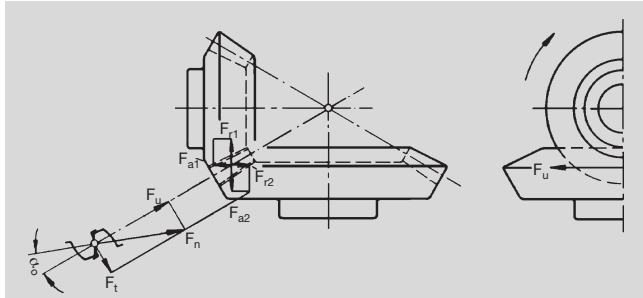
Condition

$T_{\text{diagr}} \geq 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \approx 1,7$ Nm
 $T_{\text{diagr}} \approx 2,5$ Nm > 1,7 Nm
 Selected bevel-gear set: 40 15 122
 (Module 1.5, z = 22 teeth and dip-feed lubrication)



Lagerkräfte – mit 90° Achswinkel und Null- bzw. V-Null-Verzahnung

Die folgende Berechnung der Lagerkräfte erfolgt ohne Berücksichtigung der Lager- und Wellendichtungsreibung, der Planschwirkung der Räder im Ölbad und sonstiger Reibungsverluste, sowie ohne dynamische Zusatzbelastung.



Faktorentabelle / Table of factors

Übersetzungsverhältnis Gear ratio	C_u	C_{a1}	C_{a2}
1:1,0	2350	600	600
1:1,5	2370	480	720
1:2,0	2400	390	780
1:2,5	2340	320	790
1:3,0	2330	270	800
1:3,5	2290	230	800
1:4,0	2260	200	800
1:5,0	2230	160	800

Bild / Fig. 1

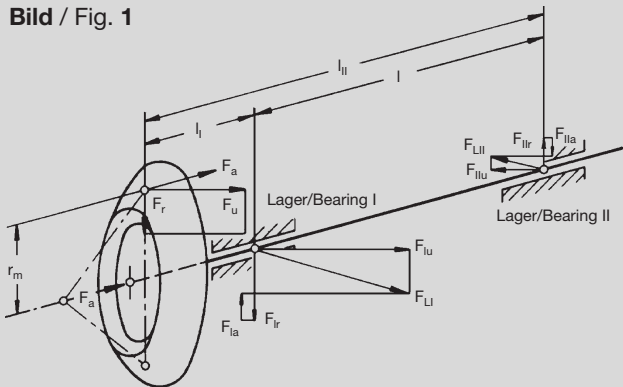
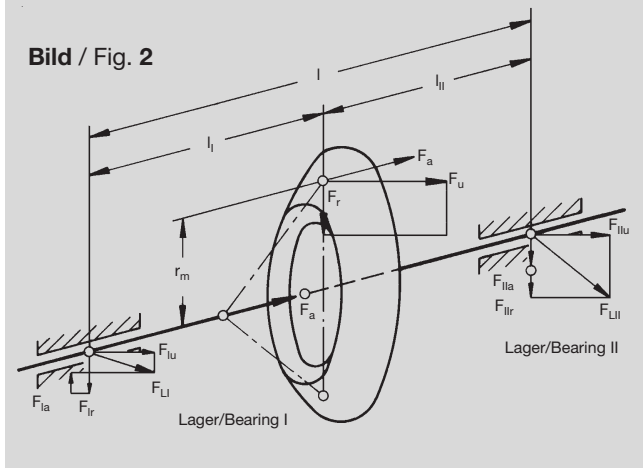


Bild / Fig. 2



Bearing Loads – with 90° shaft angle and equal addendum or long and short addendum teeth

The following calculation is effected irrespective of the bearing and shaft seal friction, the splash effect of the gears in the oil bath and any other friction losses as well as without any additional dynamic loads.

Ermitteln der Kräfte am Kegelradpaar

Determination of loads acting upon the bevel-gear pair

$$F_u = \frac{T_1}{d_{o1}} \cdot C_u \quad [N] \qquad F_{a1} = \frac{T_1}{d_{o1}} \cdot C_{a1} \quad [N]$$

$$F_{a2} = \frac{T_1}{d_{o1}} \cdot C_{a2} \quad [N] \qquad F_{r1} = \frac{T_1}{d_{o1}} \cdot C_{a2} \quad [N]$$

$$F_{r2} = \frac{T_1}{d_{o1}} \cdot C_{a1} \quad [N]$$

Eingesetzt wird:

T_1 in Nm d_{o1} in mm

Insert:

T_1 in Nm d_{o1} in mm

C_u, C_{a1} und C_{a2} entsprechend dem Übersetzungsverhältnis nach nebenstehender Tabelle.

Values C_u, C_{a1} and C_{a2} in accordance with the gear ratio in the opposite table.

Ermitteln der Lagerkräfte

Durch die Vielzahl der Kräfte wird die Rechnung leicht unübersichtlich. Es muss deshalb darauf geachtet werden, dass alle Bezeichnungen mit dem richtigen Index versehen werden.

Determination of bearing loads

Due to the multitude of forces the calculation tends to become confusing. Care must therefore be taken that all designations are provided with their proper index.

1. Formeln zum Ermitteln der Einzellagerkräfte

Formulas for determining the individual bearing forces

Ritzel/Pinion:

$$F_{lu1} = \frac{F_u \cdot l_{l1}}{l_1} \quad F_{lr1} = \frac{F_{r1} \cdot l_{l1}}{l_1} \quad F_{la1} = \frac{F_{a1} \cdot 10 \cdot d_{o1}}{l_1 \cdot C_u}$$

$$F_{llu1} = \frac{F_u \cdot l_{l1}}{l_1} \quad F_{llr1} = \frac{F_{r1} \cdot l_{l1}}{l_1} \quad F_{lla1} = F_{la1}$$

Rad:

$$F_{lu2} = \frac{F_u \cdot l_{l2}}{l_2} \quad F_{lr2} = \frac{F_{r2} \cdot l_{l2}}{l_2} \quad F_{la2} = \frac{F_{a2} \cdot 10 \cdot d_{o2}}{l_2 \cdot C_u}$$

$$F_{llu2} = \frac{F_u \cdot l_{l2}}{l_2} \quad F_{llr2} = \frac{F_{r2} \cdot l_{l2}}{l_2} \quad F_{lla2} = F_{la2}$$

2. Formel zum Ermitteln der Gesamtlagerkräfte

Formulas for determining the total bearing forces

Ritzel/Pinion:

$$F_{Ll1} = \sqrt{F_{lu1}^2 + (F_{lr1} - F_{la1})^2}$$

$$F_{Ll11} = \sqrt{F_{llu1}^2 + (F_{llr1} \pm F_{lla1})^2}$$

Rad/Gear:

$$F_{Ll2} = \sqrt{F_{lu2}^2 + (F_{lr2} - F_{la2})^2}$$

$$F_{Ll12} = \sqrt{F_{llu2}^2 + (F_{llr2} \pm F_{lla2})^2}$$

Das Minus-Zeichen in der Klammer gilt für Bild 1.

The minus sign in brackets applies to Fig.1.

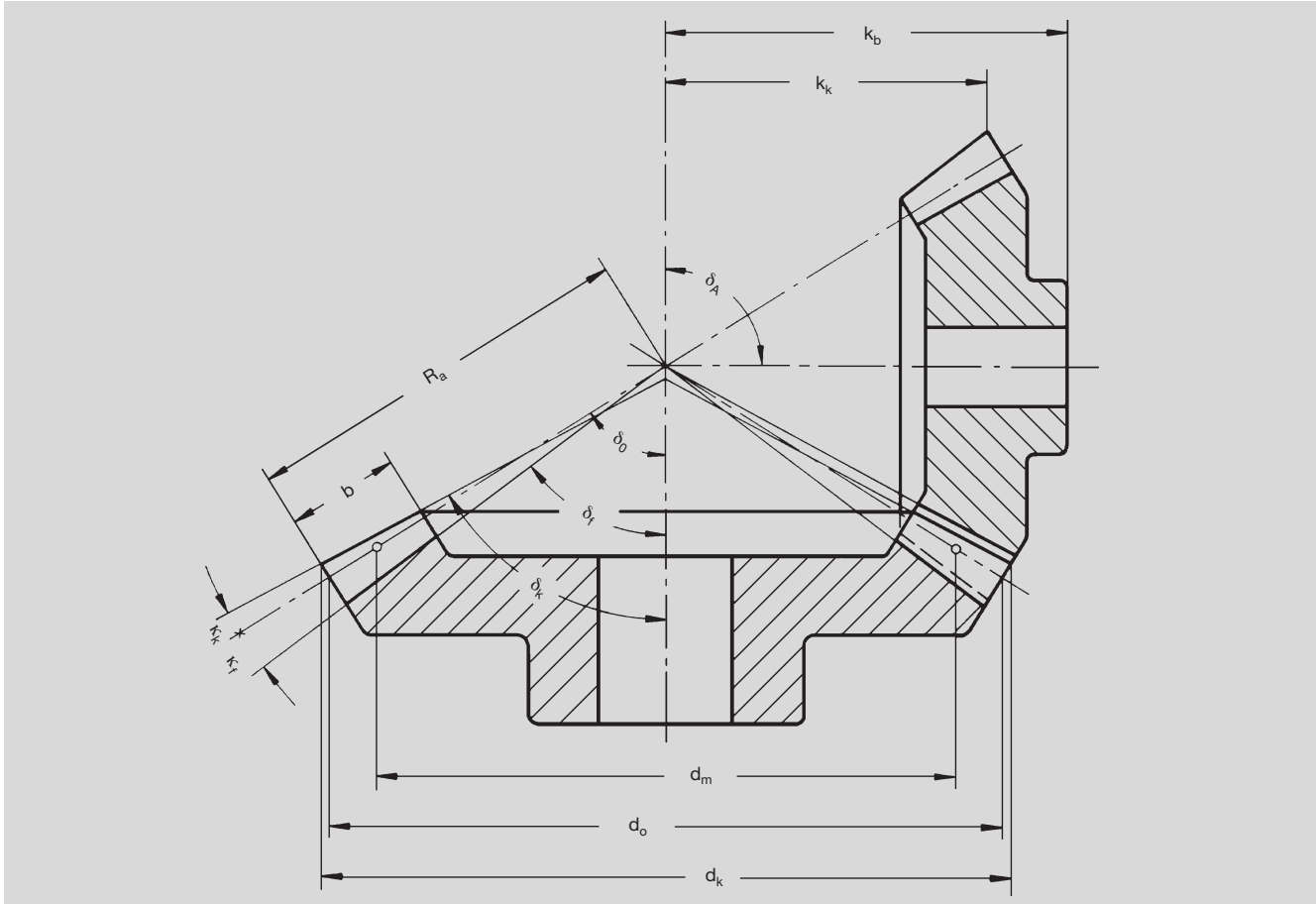


Formeln und Bezeichnungen – mit Achswinkel
 $\delta_A = 90^\circ$ und Null- und V-Null-Verzahnung

Formulas and Descriptions with shaft angle $\delta_A = 90^\circ$
and equal addendum or long and short addendum teeth

Bestimmungsgrößen am Kegelradpaar

Values to be determined of a bevel-gear pair

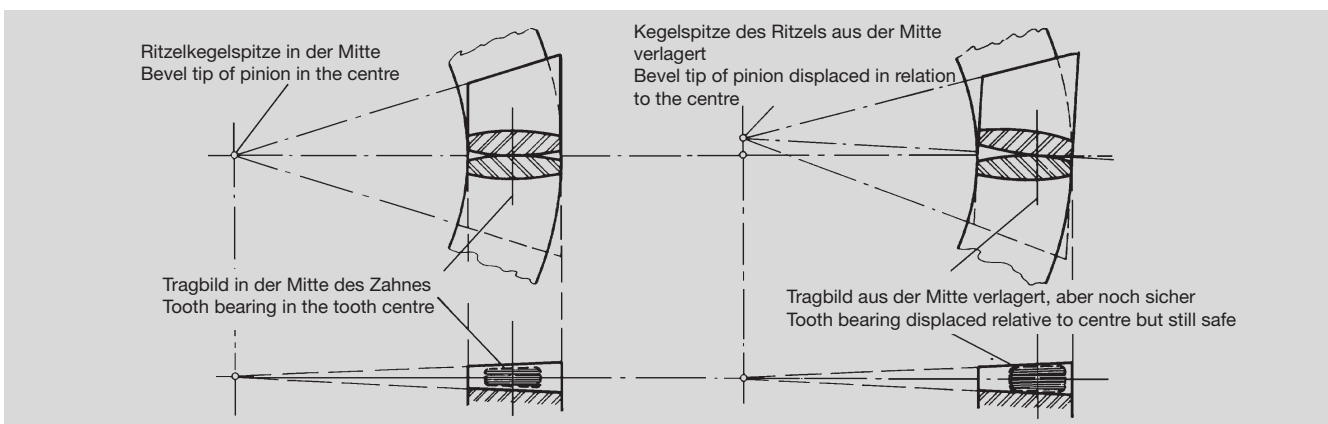


Ballige Verzahnung

Kegelräder mit balligem Zahntragen haben den Vorteil, dass sie gegen Verlagerungen weitgehend unempfindlich sind. Diese Verlagerungen stellen den Summenfehler aus den Herstellungs- und Einbaufehlern und den Durchbiegungen unter der Betriebsbelastung dar, und sind im voraus rechnerisch nicht zu erfassen. Durch die Verwendung eines begrenzten Tragbildes wird jedoch, wie unser Bild zeigt, die schädliche Wirkung dieser Fehler ausgeschaltet.

Values to be determined of a bevel-gear pair

Bevel gears with crowned tooth bearing have the advantage of being widely insusceptible to displacements. These displacements represent the composite error resulting from individual production and mounting errors and deflections under operational load conditions and cannot be determined beforehand by calculation. The detrimental effect of these errors can, however, be eliminated by using a limited tooth bearing as shown in the illustration.





Formeln und Bezeichnungen – mit Achswinkel $\delta_A = 90^\circ$ und Null- und V-Null-Verzahnung

Formulas and Descriptions with shaft angle $\delta_A = 90^\circ$ and equal addendum or long and short addendum teeth



Benennung / Description	Formel/ Formulas		Dimension
	Ritzel / Pinion	Rad / Gear	
Zähnezahl Number of teeth	$z_1 = \frac{d_{o1}}{m_o}$	$z_2 = \frac{d_{o2}}{m_o}$	
Modul Module	$m_o = \frac{t_o}{\pi} = \frac{d_{o1}}{z_1} = \frac{d_{o2}}{z_2}$		mm
Teilkreisdurchmesser Pitch diameter	$d_{o1} = z_1 \cdot m_o$	$d_{o2} = z_2 \cdot m_o$	mm
Zahnbreite Face width	$b \approx 0,25 \text{ bis/to } 0,3 \cdot R_a \text{ oder/or } 8 \cdot m_o$		
Eingriffswinkel Pressure angle	$\alpha_o = 20^\circ \text{ (nach/acc. to DIN 867)}$		Grad/degree
Übersetzungsverhältnis Gear ratio	$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_{o2}}{d_{o1}} = \frac{n_1}{n_2}$		
Teilkegelwinkel Pitch (cone) angle	$\tan \delta_{o1} = \frac{z_1}{z_2}$	$\delta_{o2} = 90^\circ - \delta_{o1}$	
Äußere Teilkegellänge Outer cone distance	$R_a = \frac{d_{o1}}{2 \cdot \sin \delta_{o1}}$		mm
Mittlere Teilkegellänge Middle cone distance	$R_m = R_a - \frac{b}{2}$		mm
Mittlerer Modul Medium module	$m_m = m_o \cdot \frac{R_m}{R_a}$		mm
Mittlerer Teilkreisdurchmesser Reference diameter	$d_{m1} = m_m \cdot z_1$	$d_{m2} = m_m \cdot z_2$	mm
Teilkreis-Teilung Circular pitch	$t_o = m_o \cdot \pi$		mm
Profverschiebungsfaktor (Höhenverschiebungsfaktor) Addendum modification coefficient (height modification coefficient)	übliche Profilverziehung: beim Ritzel plus, beim Rad negativ X regular profile correction: pinion positive, gear negative Formel nach Gleason $x = 0,46 \left(1 - \frac{1}{i^2}\right)$ Formula acc. to Gleason		
Zahnköpfe Addendum	$h_{k1} = m_o (1 + x)$	$h_{k2} = m_o (1 - x)$	mm
Zahnhöhe Tooth depth	$h_z = 2,188 \cdot m_o \text{ (nach/acc.to Gleason)}$ $= 2,25 \cdot m_o \text{ (nach/acc.to DIN 3972/II)}$		mm
Zahnfußhöhe Dedendum	$h_{f1} = h_z - h_{k1}$	$h_{f2} = h_z - h_{k2}$	mm
Kopfkreisdurchmesser Tip diameter	$d_{k1} = d_{o1} + 2h_{k1} \cdot \cos \delta_{o1}$	$d_{k2} = d_{o2} + 2h_{k2} \cdot \cos \delta_{o2}$	mm
Fußwinkel Dedendum angle	$\tan \kappa_{f1} = \frac{h_{f1}}{R_a}$	$\tan \kappa_{f2} = \frac{h_{f2}}{R_a}$	
Kopfwinkel Addendum angle	$\kappa_{k1} = \kappa_{f2}$	$\kappa_{k2} = \kappa_{f1}$	Grad und Min. degree and min.
Kopfkegelwinkel Tip (cone) angle	$\delta_{k1} = \delta_{o1} + \kappa_{f2}$	$\delta_{k2} = \delta_{o2} + \kappa_{f1}$	Grad und Min. degree and min.
Fußkegelwinkel Root (cone) angle	$\delta_{f1} = \delta_{o1} - \kappa_{f1}$	$\delta_{f2} = \delta_{o2} - \kappa_{f2}$	Grad und Min. degree and min.
Einbaudistanz Kegelscheitel-Bezugsfläche Mounting distance cone apex reference surface	k_{b1}	k_{b2}	mm
Abst. Kegelscheitel bis äußere Kegelkante Distance cone apex to outer cone edge	$k_{k1} = \frac{d_{o2}}{2} - h_{k1} \cdot \sin \delta_{o1}$	$k_{k2} = \frac{d_{o1}}{2} - h_{k2} \cdot \sin \delta_{o2}$	mm
Leistung Power	P (1 PS = 0,736 kW) (1 kW = 1,36 PS)		kW
Drehmoment Torque	$T_1 = 9550 \frac{P}{n_1}$	$T_2 = 9550 \frac{P}{n_2}$	Nm
Drehzahl Speed	n		min ⁻¹ (U/min) (rpm)
Umfangsgeschwindigkeit Peripheral speed	$v = \frac{\pi \cdot d_{m1} \cdot n_1}{60000}$ oder/or $v = \frac{\pi \cdot d_{m2} \cdot n_2}{60000}$		m/sec



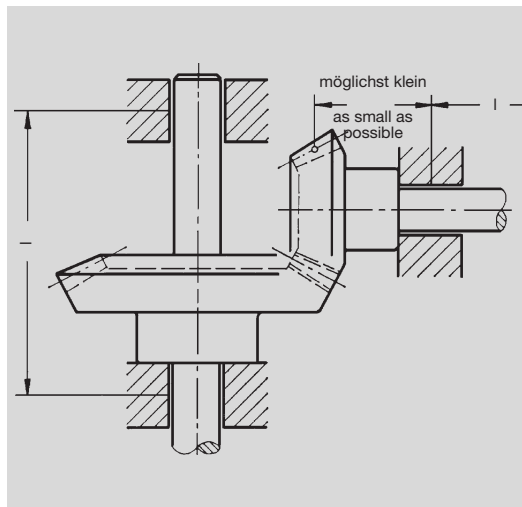
Geradverzahnte Kegelräder

Anordnung der Kegelräder

Kegelradtriebe sind Triebe mit sich schneidenden Achsen. Dies erfordert häufig eine fliegende Lagerung der Kegelräder. Um die Verlagerung des Tragbildes unter Betriebsbelastung klein zu halten, sind möglichst große Wellendurchmesser, ein minimaler Abstand von Zahnmitte bis zum Lager und eine beiderseitige Lagerung des Rades anzustreben. Damit das Kippmoment nicht zu groß wird, sollte die Lagerentfernung *l* ein Mindestmaß nicht unterschreiten. Mindestlagerentfernung der Ritzelwelle bei fliegender Lagerung $\approx 2,5 \cdot d_{o1}$
 Mindestlagerentfernung der Radwelle bei $i = 1$ und beiderseitiger Lagerung $\approx 1,5 \cdot d_{o2}$
 bei $i > 2$ und beiderseitiger Lagerung $\approx 0,7 \cdot d_{o2}$

Montagehinweise

Einbaudistanz, Tragbild an den Zahnflanken und Flankenspiel sind die wichtigsten Montagehilfen. Einbaudistanz k_{b1} und k_{b2} können den Maßtabellen im Katalog entnommen werden. Tragbilder werden durch Auftragen von Tuschiefarbe und langsames Drehen der Räder unter leichter (bis 100 %) Last sichtbar gemacht.



Straight-tooth bevel gears

Arrangement of bevel gears

Bevel-gear drives are used for power transmission between intersecting shafts. This often requires overhung-mounting of the bevel gears. In order to keep the displacement of the tooth bearing under operational loads small, largest possible shaft diameters, minimal distance from tooth centre to bearing and a double-sided support of the gear are to be provided, if possible. To keep the moment of tilt small, the bearing distance "l" should not fall short of a minimum length. Minimum bearing



distance of the overhung pinion shaft $\approx 2,5 \cdot d_{o1}$
 Minimum bearing distance of the gear shaft when $i=1$ and both sides supported $\approx 1,5 \cdot d_{o2}$
 when $i>2$ and both sides supported $\approx 0,7 \cdot d_{o2}$

Mounting notes

Mounting distance, tooth bearing at the flanks and backlash are the most important mounting considerations. Mounting distances k_{b1} and k_{b2} can be taken from the tables of dimensions in the catalogue. Tooth bearings are made visible by applying China ink and slowly turning the gears under light load (up to 100 %).

Soll-Flankenspiel / zul. Einbau-Toleranzen bei mittleren Belastungen
 Theoretical backlash / permissible mounting tolerances under mean loads

Modul Module		1,0–1,5	2,0–3,0	3,5–4,0	4,5–5,0
Flankenspiel Backlash	mm	0,05–0,1	0,07–0,13	0,10–0,15	0,13–0,18
Einbaudistanzfehler Mounting distance error	mm	0,03	0,04	0,05	0,06
Achsmittensversatz Centre distance displacement	mm	0,02	0,03	0,03	0,04

Achswinkelfehler $2' = 0,05$ mm auf 100 mm Wellenlänge
 Shaft angle error $2' = 0.05$ mm per 100 mm shaft length



Die nachstehenden Abbildungen zeigen anschaulich Einbaufehler und die sich daraus ergebenden Veränderungen des Tragbildes.

The opposite drawings graphically depict mounting errors and the ensuing modifications of the tooth bearing.

Die gezeichneten Einbaufehler werden als Fehler des Ritzels gezeigt. Für das Rad gilt entsprechend abgewandelt dasselbe. Sind die Fehler in entgegengesetzter Richtung zu den jeweils abgebildeten Fehlern, so liegen die Tragbilder an den schraffierten Stellen.

The mounting errors illustrated are shown as errors relating to the pinion. The same applies analogously to the gear. If the errors occur in the opposite direction to the errors illustrated, the relative tooth-bearing positions are shown as shaded areas in the drawing.



Bild a
Richtig eingebautes Kegelradpaar.

Einbaumaß wurde abgestimmt. Die Tragbildmitte liegt etwas vor der Zahnmitte (unter Last verlagert sich das Tragbild dem dicken Zahnende zu).

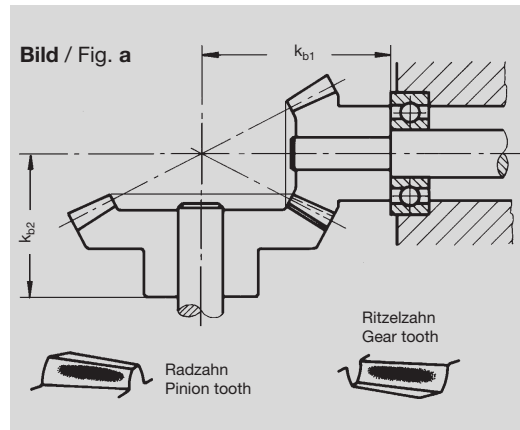


Fig. a –
Correctly mounted bevel-gear pair.

The locating distance was matched. The tooth bearing centre lies somewhat in front of the tooth centre (under load the tooth bearing is shifted towards the thick tooth end).

Bild b – Fehler:
Einbaudistanz zu groß, Tragbild liegt am Ritzelzahn zu tief, am Radzahn zu hoch.

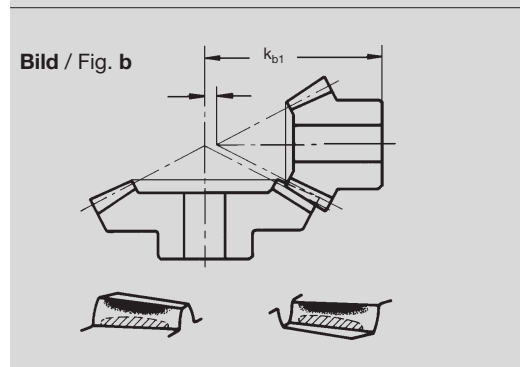


Fig. b – Error:
Mounting distance too large. Bearing on the pinion tooth too low, on the gear tooth too high.

Bild c – Fehler:
Achswinkel zu groß, Tragbild liegt am Ritzel- und Radzahn am dünnen Zahnende.

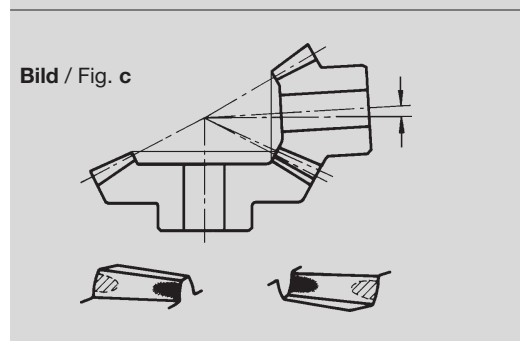


Fig. c – Error:
Shaft angle too large. Bearing on pinion tooth and gear tooth on the thin tooth ends.

Bild d – Fehler:
Achsen schneiden sich nicht, Tragbild am Ritzel- und Radzahn kreuzweise.

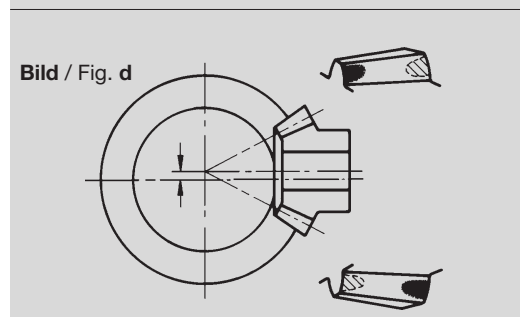


Fig. d – Error:
Axes not intersecting. Bearings on pinion tooth and gear tooth crosswise.

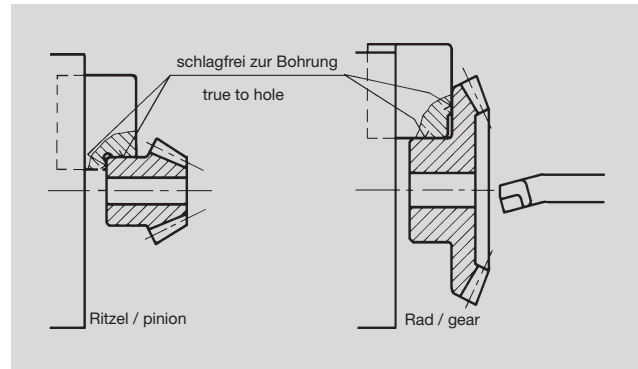


ATLANTA-Kegelräder mit einseitiger Nabe

Der Nabendurchmesser und eine Anlagefläche der Kegelräder wird mit sehr enger Toleranz zur Verzahnung geschliffen bzw. in einer Aufspannung gedreht.

ATLANTA bevel gears with one-sided hub

The hub diameter and one contact surface of the bevel gears is ground to very close tolerances relative to the toothing or turned on the lathe in one operation.



Härten der Zähne

ATLANTA-Kegelräder werden aus normalgeglühtem Vergütungsstahl Cf 53 Werkst.-Nr. 1.213 – Stahl für Oberflächenhärtung – mit 650 N/mm² hergestellt. Wird eine höhere Festigkeit verlangt, können diese Kegelräder aus Spezialstahl Cf 53 vergütet, oder wahlweise auch die Zähne flamm- bzw. induktionsgehärtet werden (ca. 50 HRC).

Hardening of the teeth

ATLANTA bevel gears are made of normalized heat-treatable steel Cf53, material no. 1.213 (steel for surface hardening) with 650 N/mm². If higher strength is required, these bevel gears of Cf53 special steel can be tempered and quenched or else their teeth may be flame or induction hardened (approx. 50 HRC).

Schmierung

Bei Ölschmierung empfehlen wir Hypoid Getriebeöle, die wenigstens der Norm SAE 80 entsprechen.
Bei Fettschmierung empfehlen wir Fette nach NLGI 0 oder NLGI 00.

Lubrication

For oil lubrication we recommend hypoid gearbox oils at least corresponding to SAE 80 standard.
For grease lubrication we recommend grease in accordance with NLGI 0 or NLGI 00.

Kurzbeschreibung

ATLANTA-Norm-Kegelräder werden aus Vergütungsstahl Cf 53 Werkstoff-Nr. 1.1213 mit 650–800 N/mm² Festigkeit hergestellt. Unsere Kegelräder können für höhere Beanspruchungen nachträglich flamm- oder induktiv-gehärtet werden. Die folgenden Berechnungen nehmen deshalb immer auf gehärtete und ungehärtete Räder Bezug.

Beim Flamm- bzw. Induktivhärten sind die einschlägigen Vorschriften zu beachten.

Zu erwähnen ist noch, dass unsere Kegelradsätze auf beste Belastbarkeit, nach den Richtlinien von Gleason, korrigiert sind. Unsere Fertigung beschränkt sich nicht auf die im Katalog genormten Typen. Seit Jahren fertigen wir Kegelräder mit den verschiedensten Maßen und aus den verschiedensten Werkstoffen wie 16 Mn Cr 5, 15 CrNi 6, 50 Cr V 4 etc.

Die Berechnungsunterlagen sind auf unsere Norm-Kegelräder zugeschnitten.

Short description

ATLANTA standard bevel gears are made of heat-treatable steel Cf 53, material no. 1.1213, having a strength of 650–800 N/mm². For heavy-duty application our bevel gears may be subsequently flame or induction hardened. The following calculations therefore always refer to hardened as well as non-hardened gears.

For flame or induction hardening the relevant regulations are to be observed.

Please note that our bevel-gear sets have been corrected for a maximum loading capacity in accordance with the guidelines specified by Gleason. For years we have manufactured bevel gears of many different sizes and materials such as 16 Mn Cr 5, 15 CrNi 6, 50 Cr V 4, etc.

The calculations in this catalogue are tailored to our standard bevel gears.