

Lehrzahnräder zum Prüfen von Stirnrädern der Feinwerktechnik

Radkörper und Verzahnung

DIN
58 420

Master gears for checking of spur gears
for fine mechanics; gear blanks and gearing
Jauges-roues pour la verification des roues droites
d'engrenages pour la petite mecanique

Maße in mm

Inhalt

	Seite		Seite
1 Geltungsbereich	1	4.7 Bohrung (Form B)	5
2 Zeichen und Benennungen	1	4.8 Planlauf der Anlaufstirnflächen und Rundlauf des Aufnahmedornes	5
3 Anwendung und Genauigkeit	2	5 Werkstoff	6
4 Detaillierte Festlegungen für Lehrzahnräder	3	6 Härte	6
4.1 Radkörper	3	7 Kennzeichnung	6
4.2 Verzahnung, Lehrzahnrad-Bezugsprofile	3	8 Bestellangaben	6
4.3 Zähnezahlen der Lehrzahnräder in Abhängigkeit von Normalmodul m_n und Schrägungswinkel β	4	9 Aufnahme der Lehrzahnräder zur Abnahmeprüfung	7
4.4 Zahndicke s	4	10 Verpackung, Lagerung und Behandlung	7
4.5 Zahnkopfhöhe h_a und Kopfkreisdurchmesser d_a	5	11 Empfehlungen für Lehrzahnräder, die von DIN 58 420 abweichen	7
4.6 Breitenballigkeit und Flankenrichtung	5	Weitere Normen und Unterlagen	8

1 Geltungsbereich

Diese Norm gilt für gerad- und schrägverzahnte Lehrzahn-
räder mit entsprechendem Kopfkreisdurchmesser*),
Normalmodul $m_n \leq 1$ mm, mit Schrägungswinkeln $\beta = 0^\circ$;
5°; 10°; 15°; 17°; 20° und Bezugsprofil nach DIN 58 400 und
DIN 867. Sie dienen zum Prüfen von Stirnrädern der Fein-
werktechnik nach DIN 58 405 Teil 1 bis Teil 4.

2 Zeichen und Benennungen

Folgende Zeichen und Benennungen werden verwendet:

A_{sm}	mittleres Zahndickenabmaß
A_{se}	oberes Zahndickenabmaß
A_{si}	unteres Zahndickenabmaß
A_{wi}	unteres Zahnweitenabmaß
A_{dai}	unteres Kopfkreisdurchmesserabmaß bei über- schnittenen Stirnrädern
a	Achsabstand
a''	Zweiflanken-Wälzabstand
a_p	Achsabstand bei sich deckenden Bezugsprofilen
a_d	Null-Achsabstand (Rechengröße für Achsabstand)
Δa	Achsabstandsänderung

b	Zahnbreite
d	Teilkreisdurchmesser
d_a	Kopfkreisdurchmesser
d_{aL}	Kopfkreisdurchmesser des Lehrzahnrades
d_{aM}	Meßwert des Kopfkreisdurchmessers bei über- schnittenen Stirnrädern
d_{az}	Durchmesser des Lehrzahnradrohlings, der der Berechnung zugrunde zu legen ist
f	Einzelabweichung
f_{pe}	Eingriffsteilungs-Abweichung
f_b	Grundkreisabweichung
f_r	Rundlaufabweichung des Prüfbundes
f_{ra}	Rundlaufabweichung zwischen der Verzahnung und dem nicht überschrittenen Kopfkreis
f_p	Teilungs-Einzelabweichung
f_u	Teilungssprung
f_i''	Zweiflanken-Wälzsprung
F_f	Profil-Gesamtabweichung
F_r	Rundlaufabweichung einer Verzahnung
F_i''	Zweiflanken-Wälzabweichung
F_p	Teilungs-Gesamtabweichung
f_β	Schrägungswinkelabweichung
g	Eingriffsstrecke
h	Zahnhöhe (zwischen Kopf- und Fußlinie)
h_{aL}	Zahnkopfhöhe des Lehrzahnrades

*) Siehe Anmerkungen, Abschnitt „Prüfung nicht über-
schnittener und geschliffener Räder“.

Fortsetzung Seite 2 bis 8
Erläuterungen Seite 9 bis 13

Normenausschuß Feinmechanik und Optik (NAFuO) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuß Antriebstechnik (NAN) im DIN

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

k	Kopfhöhenänderungsfaktor	α_n	Eingriffswinkel am Teilkreis bezogen auf den Normalschnitt
m	Modul	α_t	Eingriffswinkel am Teilkreis bezogen auf den Stirnschnitt
m_n	Normalmodul	α_t''	Betriebseingriffswinkel bezogen auf den Stirnschnitt für Zweiflankenwälzung
m_t	Stirnmodul	β	Schrägungswinkel bezogen auf den Teilkreis
R_a	Mittenrauhwert	Σx	Summe der Profilverschiebungsfaktoren von Lehrzahnrad und Prüfling
c	Kopfspiel	Σz	Summe der Zähnezahlen von Lehrzahnrad und Prüfling
T	Toleranz		
T_s	Zahndickentoleranz		
T_w	Zahnweitentoleranz		
x	Profilverschiebungsfaktor des Prüflings		
x_L	Profilverschiebungsfaktor des Lehrzahnrades		
x_E	Erzeugungs-Profilverschiebungsfaktor		
h_a^*	Zahnkopfhöhenfaktor		
z	Zähnezahl		
z_{nx}	Ersatzzähnezahl im Normalschnitt		
GWL	Grenzwellenlänge (Cut off)		
α	Eingriffswinkel (Profilwinkel am Teilkreis)		

Da sich die Formelzeichen in dieser Norm auf Lehrzahnäder beziehen, wurde im allgemeinen auf einen besonderen Index verzichtet. Im Text und in den Formeln, in denen jedoch ein Formelzeichen gleichzeitig für das Lehrzahnrad und den Prüfling auftritt, wurde das Formelzeichen für das Lehrzahnrad durch den Index „L“ ergänzt, das Formelzeichen für den Prüfling jedoch ohne Index belassen.

3 Anwendung und Genauigkeit

Lehrzahnäder werden vorzugsweise bei der Sammelfehlerprüfung benutzt. Sie können auch als Einstellnormale für die Prüfung von Einzelabweichungen an Stirnrädern verwendet werden.

Außerdem können sie auch zur Überwachung der Zahnradmeßgeräte benutzt werden.

Entsprechend den verschiedenen Anwendungszwecken, den jeweiligen Genauigkeitsanforderungen, die an die zu prüfenden Zahnäder gestellt werden und den besonderen Anforderungen der Feinwerktechnik wurden drei von DIN 3962 Teil 1 und Teil 2 und DIN 3963 abweichende Verzahnungsqualitäten mit der Bezeichnung L8, L5 und L3 festgelegt. Die Lehrzahnradqualität L8, L5 bzw. L3 ist für die Prüfung von Stirnrädern der Qualität 7 bis 10, 5 und 6 bzw. 2 bis 4 vorgesehen.

Die Toleranzen dieser Lehrzahnrad-Qualitäten ergeben sich aus Tabelle 1. Sie sind modul- aber nicht teilkreisgebunden.

Tabelle 1. Toleranzen für Lehrzahnäder

	Kurzzeichen	Lehrzahnrad-Qualität	Toleranzen und Abweichungen μm bei Normalmodul m_n		
			über 0,16 bis 0,25	über 0,25 bis 0,6	über 0,6 bis 1,0
Teilungs-Einzelabweichung	f_p	L8	2,1	2,2	2,3
Eingriffsteilungsabweichung	f_{pe}	L5	1,1	1,1	1,1
Teilungssprung	f_u	L3	0,6	0,6	0,6
Profil-Gesamtabweichung	F_f				
Zahndickentoleranz	T_s	L8	3,5	4,0	4,5
		L5	1,7	2,0	2,3
		L3	0,8	1,0	1,2
Zahnweitentoleranz	T_w	L8	3,3	3,75	4,2
		L5	1,6	1,9	2,2
		L3	0,75	0,9	1,1
Rundlaufabweichung ¹⁾	F_r $f_r = \frac{1}{3} F_r$	L8	2,5	2,5	2,5
		L5	2,0	2,0	2,0
		L3	1,0	1,0	1,0
Grundkreisabweichung	f_b	L8	2,2	2,5	2,8
		L5	1,1	1,25	1,4
		L3	0,6	0,65	0,7
Teilungs-Gesamtabweichung	F_p	L8	7,5	7,5	7,5
		L5	4	4	4
		L3	2	2	2
Zweiflanken-Wälzabweichung	F_i''	L8	5,0	5,5	6,0
		L5	2,5	2,75	3,0
		L3	1,25	1,4	1,5
Zweiflanken-Wälzsprung	f_i'	L8	2,5	2,5	2,5
		L5	2,0	2,0	2,0
		L3	1,0	1,0	1,0

Für Lehrzahnäder der Qualität L5 und L3 ist vorzugsweise die Form A zu wählen. Falls besondere Gründe bei diesen Qualitäten die Form B notwendig machen (z. B. Aufnahme in Prismen) werden diese Lehrzahnäder nur auf Dorn aufgepreßt, geliefert.

¹⁾ Höchstpunkte des Prüfbundes und der Verzahnung müssen innerhalb eines Bereiches von 90° liegen.

4 Detaillierte Festlegungen für Lehrzahnräder

4.1 Radkörper

Form A

Lehrzahnrad mit Dorn, aus einem Stück gefertigt
Kopfkanten entgratet, übrige Kanten gebrochen

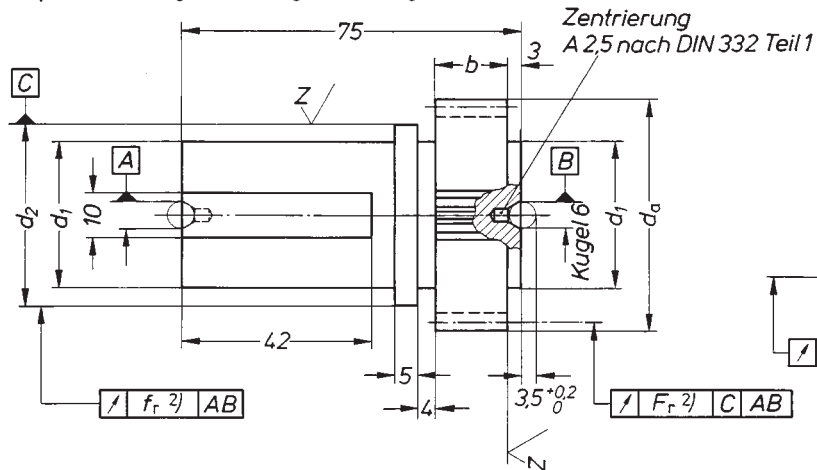
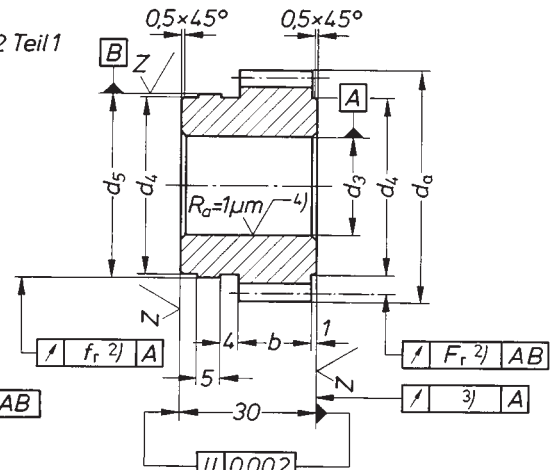


Bild 1. Lehrzahnrad mit Dorn aus einem Stück gefertigt

Form B

Lehrzahnrad ohne Dorn, mit Bohrung
Kopfkanten entgratet, übrige Kanten gebrochen



$$Z \sqrt{ } = R_a = 0,2 \mu\text{m} \sqrt{ } ^{4)}$$

Bild 2. Lehrzahnrad ohne Dorn mit Bohrung

Bezeichnung eines Lehrzahnrades mit Dorn aus einem Stück gefertigt (A), mit Lehrzahnrad-Bezugsprofil F, mit Normalmodul $m_n = 0,75 \text{ mm}$, mit Eingriffswinkel $\alpha_n = 20^\circ$, mit Schrägungswinkel $\beta = 10^\circ$, rechtssteigend (r) und mit Lehrzahnrad Qualität L8:

Lehrzahnrad DIN 58 420 – AF 0,75 × 20 × 10r L8

l = für Linkssteigung, r = für Rechtssteigung

Tabelle 2. Maße der Radkörper⁵⁾

Normalmodul m_n	Größe	d_a h7	d_{az}	d_1	d_2	b -0.2	d_3 H4	d_4	d_5
über 0,16 bis 0,25	03	Berechnung siehe Abschnitt 4.5	32	22	24	4	16	27	28
über 0,25 bis 0,6	02		40	27	32	10	16	34	35
über 0,6 bis 1	01		50	32	40	16	22	39	40

4.2 Verzahnung, Lehrzahnrad-Bezugsprofile

Die Lehrzahnräder erhalten eine Nullverzahnung. Durch Veränderung der Zahnkopfhöhe des Lehrzahnrades ist es in den allermeisten Fällen möglich, das gesamte aktive Profil des Zahnades zu prüfen, so daß es im allgemeinen unnötig ist, eine V-Verzahnung (mit Profilverschiebung) zu verwenden.

Wenn in Sonderfällen eine Profilverschiebung nötig ist, so wird auf die Erläuterungen verwiesen.

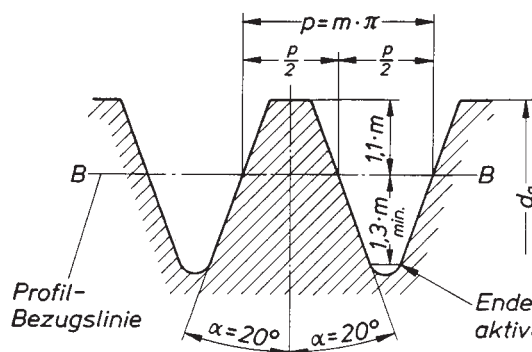


Bild 3.
Lehrzahnrad-Bezugsprofil F
für Verzahnungen nach DIN 58 400

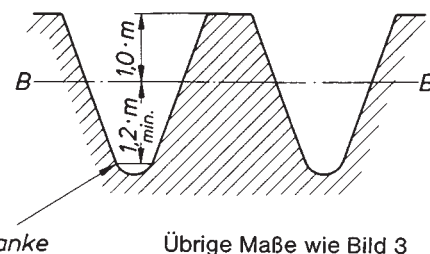


Bild 4.
Lehrzahnrad-Bezugsprofil M
für Verzahnungen nach DIN 867

²⁾ Siehe Tabelle 1

³⁾ Siehe Tabelle 6

⁴⁾ Gemessen mit einer Grenzwellenlänge GWL = 0,8 mm

⁵⁾ Wenn Mitnehmernute oder andere Abweichungen der Form notwendig werden, sind sie zu vereinbaren.

4.3 Zähnezahlen der Lehrzahnräder in Abhängigkeit von Normalmodul m_n und Schrägungswinkel β

Tabelle 3.

Größe	m_n	β	z
03	0,18	0°	170
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	160
	0,2	0°	150
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	140
	0,22	0°	140
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	130
	0,25	0°	120
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	110
02	0,28	0°	140
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	130
	0,3	0°	130
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	120
	0,35	0°	110
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	100
02	0,4	0°	96
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	92
	0,45	0°	84
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	80
	0,5	0°	76
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	72
	0,55	0°	68
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	64
01	0,6	0°	64
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	60
	0,65	0°	72
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	68
	0,7	0°	68
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	64
01	0,75	0°	64
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	60
	0,8	0°	60
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	56
	0,85	0°	56
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	52
	0,9	0°	52
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	50
	0,95	0°	50
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	46
	1	0°	48
		(5)°	
		10°	
		15°	
		(17)°	
		20°	44

Die in Klammern angegebenen Schrägungswinkel werden in DIN 58405 Teil 1 als möglichst zu vermeidende Schrägungswinkel aufgeführt und sollen deshalb auch für die Lehrzahnräder möglichst nicht verwendet werden.

4.4 Zahndicke s

Die Zahndicken eines Lehrzahnrades müssen innerhalb der der jeweiligen Lehrzahnradqualität entsprechenden Zahndickentoleranz T_s (Abschnitt 3) liegen.

Die Lage des Zahndickentoleranzfeldes hat keinen Einfluß auf die Qualität des Lehrzahnrades. Deshalb darf (bei Einhaltung der Größe der Zahndickentoleranz T_s) das Toleranzfeld beliebig zwischen den durch das obere Zahndickenabmaß A_{se} und das untere Zahndickenabmaß A_{si} gegebenen Grenzen liegen. Um den Einfluß des Zahndickenabmaßes, das sich als erzeu-