

DIN 3970

ICS 21.200

Ersatz für
DIN 3970-1:1974-11 und
DIN 3970-2:1974-11

**Lehrzahnräder zum Prüfen von Zylinderrädern –
Radkörper und Verzahnung**

Master gears for checking cylindrical gears –
Gear blanks and gearing

Pignons-étalons pour la vérifications des roues cylindriques –
Corps de roue et denture

Gesamtumfang 23 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Verwendung der Lehrzahnräder	5
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Abmessungen	7
5.1 Radkörper	7
5.2 Bohrung D_1	8
5.3 Planlauf der Stirnfläche und Rundlauf des Prüfbundes	9
6 Verzahnungsgeometrie	10
6.1 Auslegung der Verzahnung	10
6.2 Zähnezahl z	10
6.3 Zahndicke s_n	11
6.4 Gestaltung der Verzahnungskanten	11
6.5 Kopfkreisdurchmesser d_a	13
6.6 Kopf-Nutkreisdurchmesser d_{Na}	13
6.7 Fuß-Formkreisdurchmesser d_{Ff}	13
6.8 Fußkreisdurchmesser d_f	13
6.9 Modifikationen	13
7 Toleranzen	14
7.1 Toleranzen für Verzahnungsabweichungen	14
7.2 Sondereingriffswinkel	16
8 Werkstoff	16
9 Technische Zeichnungen für Lehrzahnräder	17
10 Beschriftung und Kennzeichnung	17
11 Bestellangaben	19
12 Qualitätsnachweis	20
12.1 Prüfzertifikat	20
12.2 Anforderungen an Verzahnungsmesseinrichtungen	20
12.3 Auswertung der Verzahnungsmessungen	20
13 Verschleißprüfung und Nacharbeit	21
14 Verpackung, Lagerung und Behandlung	21
15 Lehrzahnräder, die nicht in allen Einzelheiten dieser Norm entsprechen	21
15.1 Sonderausführungen	21
15.2 Bohrungsdurchmesser D_1	21
Anhang A (informativ) Einige Beispiele für Zähnezahlen	22
Literaturhinweise	23

Bilder

Bild 1 — Lehrzahnrad Größe 1 bis 5.....	8
Bild 2 — Lehrzahnrad Größe 6 bis 8.....	8
Bild 3 — Bezeichnung der Verzahnungskanten.....	12
Bild 4 — Zahnprofil mit Kopfkantenfase im Stirnschnitt der Verzahnung	12
Bild 5 — Beschriftungsort bei Lehrzahnradern.....	17
Bild 6 — Kennzeichnung des ersten Zahnes bei Lehrzahnradgröße 1 bis 4	17
Bild 7 — Beschriftung und Kennzeichnung von Lehrzahnradern	19

Tabellen

Tabelle 1 — Maße der Radkörper.....	7
Tabelle 2 — Zulässige Maß- und Formabweichungen der Bohrung	9
Tabelle 3 — Zulässige Lageabweichungen zur Bohrungsachse A der Lehrzahnräder	9
Tabelle 4 — Empfohlene Toleranzen der Zahndicke	11
Tabelle 5 — Zusammensetzung der Genauigkeitsklassen der Lehrzahnräder A, B und C.....	14
Tabelle 7 — Toleranzen für Verzahnungsabweichungen F_{α}, f_p, F_p, F_r in Genauigkeitsklasse B	15
Tabelle 8 — Toleranzen für Verzahnungsabweichungen F_{α}, f_p, F_p, F_r in Genauigkeitsklasse C	15
Tabelle 9 — Toleranzen für Flankenlinien-Gesamtabweichung F_{β} in Genauigkeitsklassen A, B und C	16
Tabelle A.1 — Einige Beispiele für Zähnezahlen	22

Vorwort

Lehrzahnräder werden für die Einflanken- und Zweiflanken-Wälzprüfung von Zahnradern eingesetzt. Die konstruktive Auslegung von Lehrzahnradern für die Zweiflankenwälzprüfung ist in der Norm DIN 3970:1974-11 nur teilweise und lückenhaft beschrieben. Die Norm DIN 3970, *Lehrzahnräder zum Prüfen von Stirnrädern* mit der letzten Ausgabe von November 1974 bestand seit dieser Zeit unverändert fort. In der Zwischenzeit haben sich viele technologische Veränderungen ergeben, die von dieser alten Norm nur unzureichend oder gar nicht abgebildet werden. Die Ein- und Zweiflankenwälzprüfung ist in der VDI/VDE-Richtlinie 2608 beschrieben. Dort werden in eingeschränkter Form auch Lehrzahnräder behandelt.

Die Definitionen dieser Norm können auch auf Prüfräder angewendet werden, die für den Einsatz in sonstigen Wälzprüfverfahren (z. B. Geräuschprüfung, Rundlaufprüfung usw.) bestimmt sind.

Für die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 1328-1 ähnlich DIN 3961:1978, DIN 3962-1:1978, DIN 3962-2:1978, DIN 3963:1978

ISO 21771 siehe DIN ISO 21771

Änderungen

Gegenüber DIN 3970-1:1974-11 und DIN 3970-2:1974-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriff „Stirnräder“ durch „Zylinderräder“ ersetzt;
- b) Geltungsbereich auf Modul m_n von 0,2 mm bis 12 mm erweitert;
- c) bei den Außenabmessungen wurden die Abmessungen für kleine Module von DIN 58420 mit aufgenommen und überarbeitet;
- d) Prüfbunde für alle Lehrzahnräder eingeführt;
- e) Zähnezahl, Zahndicke und Kopfhöhen angepasst und berechnet;
- f) Zahndickentoleranzen für Lehrzahnräder eingeführt;
- g) Gestaltung der Verzahnungskanten eingeführt;
- h) Modifikationen an Zahnflanken, z. B. unterschiedliche Schrägungswinkel, eingeführt;
- i) Genauigkeitsklassen A, B, C eingeführt;
- j) Behandlung von Eingriffswinkeln α_n kleiner 20° eingeführt;
- k) zeichnerische Darstellung eingeführt;
- l) Qualitätsnachweis eingeführt;
- m) Verschleißgrenze eingeführt;
- n) Regeln für Nacharbeit eingeführt.

Frühere Ausgaben

DIN 3970-1: 1967-08, 1974-11

DIN 3970-2: 1967-08, 1974-11

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für gerad- und schrägverzahnte Lehrzahnräder zum Prüfen von Zylinderrädern mit Evolventenverzahnung mit Normalmoduln m_n von 0,2 mm bis 12 mm und Schrägungswinkeln β bis 45°.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 867, *Bezugsprofile für Evolventenverzahnungen an Stirnrädern (Zylinderrädern) für den allgemeinen Maschinenbau und den Schwermaschinenbau*

DIN 3962-1, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Teil 1: Toleranzen für Abweichungen einzelner Bestimmungsgrößen*

DIN 3963, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Toleranzen für Wälzabweichungen*

DIN 3970-2, *Lehrzahnräder zum Prüfen von Stirnrädern — Teil 2: Aufnahmedorne*

DIN ISO 2768-1, *Allgemeintoleranzen — Teil 1: Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung*

DIN ISO 18653, *Zahnräder — Bewertung von Messgeräten für die Messung von Zahnradern*

ISO 1328-1, *Cylindrical gears — ISO system of accuracy — Part 1: Definitions and allowable values of deviations relevant to corresponding flanks of gear teeth*

VDI/VDE 2607, *Rechnerunterstützte Auswertung von Profil- und Flankenlinienmessungen an Zylinderrädern mit Evolventenprofil*

VDI/VDE 2613, *Teilungs- und Rundlaufprüfung an Verzahnungen — Zylinderräder, Schneckenräder, Kegelräder*

3 Verwendung der Lehrzahnräder

Lehrzahnräder haben bekannte Eigenschaften und werden vorzugsweise zur Sammelfehlerprüfung von anderen Zahnradern oder Zahnstangen benutzt (Zweiflanken- oder Einflankenwälzprüfung). Sie werden auch zum Überwachen von Zahnradmessgeräten eingesetzt.

4 Symbole und Abkürzungen

Folgende Formelzeichen und Benennungen werden verwendet:

Formelzeichen	Benennung	Einheit
b	Breite	mm
d	Teilkreisdurchmesser	mm
d_a	Kopfkreisdurchmesser	mm
d_{az}	Kopfkreisdurchmesser für Berechnung der Zähnezahlen	mm
d_b	Grundkreisdurchmesser	mm
d_f	Fußkreisdurchmesser	mm
d_{Ff}	Fuß-Formkreisdurchmesser	mm
d_{Na}	Kopf-Nutzkreisdurchmesser	mm
d_{Nf}	Fuß-Nutzkreisdurchmesser	mm
f_p	Teilungs-Einzelabweichung	μm
m_n	Normalmodul	mm
s_n	Normalzahndicke	mm
z	Zähnezahl	—
A_s	Zahndickentoleranzfeld	μm
D	Durchmesser	mm
F_α	Profil-Gesamtabweichung	μm
F_β	Flankenlinien-Gesamtabweichung	μm
F_n	Verzahnungsabweichung im Neuzustand	μm
F_p	Teilungs-Gesamtabweichung	μm
F_r	Rundlaufabweichung	μm
F_v	Verzahnungsabweichung im gebrauchten Zustand	μm
M_{dK}	Diametrales Zweikugelmaß	mm
M_{rK}	Radiales Einkugelmaß	mm
R_s	Zahndickenschwankung	μm
T_s	Zahndickentoleranz	μm
Y_1	Rundlaufabweichung des Prüfbundes	μm
Y_2	Planlaufabweichung	μm
α_n	Normaleingriffswinkel	°
β	Schrägungswinkel	°

5 Abmessungen

5.1 Radkörper

Die Lehrzahnräder werden bevorzugt für den speziellen Anwendungsfall konstruiert.

Die Verzahnungsbreite von Lehrzahnradern sollte dabei $2\text{ mm} \div 4\text{ mm}$ größer sein als die Breite des Prüflings. In einigen Anwendungsfällen kann es erforderlich sein, die Verzahnung des Prüflings nur innerhalb der effektiven Verzahnungsbreite zu prüfen. In diesem Fall ist die Verzahnungsbreite des Lehrzahnrades nach Absprache mit dem Anwender festzulegen. Werden keine Angaben zur Verzahnungs- bzw. Prüfbreite des Prüflings gemacht, sind die Breiten b_1 und b_2 aus Tabelle 1 zu wählen.

Für den Modulbereich 0,2 mm bis 12 mm sind 8 Lehrzahnradgrößen vorgesehen, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Maße der Radkörper

Lehrzahn- radgröße	Modul m_n mm		D_1^a	D_2	D_3	D_4	d_{az}^b	b_1^c	b_2^c	b_3	b_4	b_5
	über	bis	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	0,2	0,35	12	—	$d_f - 2$	—	25	10	30	1	—	—
2	0,35	0,55	16	—	$d_f - 3$	—	36	10	30	1	—	—
3	0,55	1,2	22	—	$d_f - 5$	—	50	13	30	1	—	—
4	1,2	2	32	50	$d_f - 5$	—	85	17	33	1	0,5	—
5	2	3,5	32	60	$d_f - 10$	—	125	23	36	2	1	—
6	3,5	5,5	45	70	$d_f - 10$	$d_f - 30$	170	30	43	2	1	12
7	5,5	8	45	70	$d_f - 10$	$d_f - 30$	220	42	56	3	1	18
8	8	12	60	90	$d_f - 10$	$d_f - 40$	280	60	74	3	1	28

^a Zulässige Maß- und Formabweichungen der Bohrung, siehe 5.2

^b Der Kopfkreisdurchmesser d_{az} ist lediglich eine für die Berechnung der Zähnezahlen nach Gleichung (1) zu Grunde gelegte Größe. Der wirkliche Kopfkreisdurchmesser d_a des Lehrzahnrades wird nach 6.5 bzw. 6.6 berechnet. Er kann sich erheblich von d_{az} unterscheiden.

^c Die Maße gelten bei fehlender Angabe der Verzahnungs- bzw. Prüfbreite des Prüflings.

Lehrzahnräder sind immer mit Prüfbund herzustellen. Die Abmessungen der Lehrzahnräder zeigen Bild 1 und Bild 2.