

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Messen und Prüfen von Verzahnungen
Auswertung von Profil- und Flankenlinienmessungen
an Zylinderrädern mit Evolventenprofil

VDI/VDE 2612

Blatt 1 / Part 1

Measurement and testing of gears
Evaluation of profile and helix measurements
on cylindrical gears with involute profile

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4	1 Scope.....	4
2 Formelzeichen.....	4	2 Symbols.....	4
3 Messgeräte.....	7	3 Measuring instruments.....	7
3.1 Mechanische Verzahnungsmessgeräte.....	7	3.1 Mechanical gear measuring instruments....	7
3.2 CNC-gesteuerte Messgeräte.....	7	3.2 CNC-controlled measuring instruments	7
3.3 Sondermessgeräte	10	3.3 Special measuring instruments	10
3.4 Messen in der Werkzeugmaschine.....	10	3.4 Measuring in the machine tool.....	10
4 Messung der Zahnflankenabweichungen.....	11	4 Measurement of tooth flank deviations.....	11
4.1 Bezeichnungen am Zahnrad.....	12	4.1 Notations on the gear	12
4.2 Werkstückaufspannung und Bezugsachse.....	14	4.2 Workpiece clamping and reference axis.....	14
4.3 Profilmessung	15	4.3 Profile measurement	15
4.4 Flankenlinienmessung.....	16	4.4 Helix measurement	16
4.5 Geometrie des Tastelements	16	4.5 Stylus tip geometry	16
4.6 Messkraft des Wegaufnehmers	17	4.6 Measuring force of probing system	17
4.7 Filterung der Messpunkte.....	17	4.7 Filtering of measurement points	17
4.8 Messpunktdichte bei Profil- und Flankenlinienmessung.....	18	4.8 Measuring point density for profile and helix measurements.....	18
4.9 Verteilung der Messpunkte auf der Zahnflanke in Profilrichtung.....	19	4.9 Distribution of measuring points on the tooth flank in profile direction	19
5 Auswertung der Zahnflankenabweichungen.....	20	5 Evaluation of tooth flank deviations.....	20
5.1 Mathematische Grundlagen	21	5.1 Mathematical basics.....	21
5.2 Ermittlung der Profilkenngrößen.....	22	5.2 Determination of profile characteristics	22
5.3 Ermittlung der Flankenlinienkenngrößen.....	33	5.3 Determination of helix characteristics	33
5.4 Design Profile und Design Helix	40	5.4 Design profile and design helix	40
5.5 Auswertung mittels Toleranzflächen an Profil und Flankenlinie.....	43	5.5 Evaluation using tolerance areas on profile and helix.....	43
5.6 Kombination von berechneten Kennwerten und Toleranzflächenauswertung	45	5.6 Combination of calculated characteristic values and evaluation by tolerance areas	45
5.7 Schränkung und Verschränkung	45	5.7 Twist and measured twist	45

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Fertigungsmesstechnik

VDI/VDE-Handbuch Fertigungsmesstechnik
VDI Handbuch Getriebetechnik I: Ungleichförmig übersetzende Getriebe
VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 3: Betriebsmittel

Inhalt	Seite
5.8 Flankentopografie	46
5.9 Profilwelligkeit und Flankenlinienwelligkeit.....	51
6 Beurteilung und Interpretation der Ergebnisse.....	52
6.1 Qualitätsbezogene Aussagen.....	53
6.2 Plausibilitätsprüfung der Auswertung.....	56
Anhang A Mathematische Grundlagen.....	59
A1 Lineare Regression.....	59
A2 Quadratische Regression und eine abgeleitete Kenngröße.....	59
A3 Quadratische Regression mit tangentialem Übergang zum Mittbereich am Beispiel der Kopfrücknahme.....	60
Anhang B Informationsinhalt des Messprotokolls	62
B1 Allgemeine Messbedingungen.....	62
B2 Informationen zur Messung	62
Schrifttum	64

Contents	Page
5.8 Flank topography	46
5.9 Profile waviness and helix waviness	51
6 Evaluation and interpretation of results.....	52
6.1 Quality-related statements	53
6.2 Plausibility test of evaluation.....	56
Annex A Mathematical basics.....	59
A1 Linear regression	59
A2 Quadratic regression and one derived characteristic	59
A3 Quadratic regression with tangential transition to the middle range taking the example of the tip relief.....	60
Annex B Information content of inspection record.....	62
B1 General conditions of measurement	62
B2 Information about the measurement	62
Bibliography	64

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2612.

Einleitung

Die Qualitätssicherung von Zahnrädern mit Evolventenprofil kann auf verschiedene Arten durchgeführt werden. Unterschieden wird dabei die Sammelprüfung, z.B. Ein- oder Zweiflankenwälzprüfung (VDI/VDE 2608), und die Erfassung der Einzelabweichungen, wie Flankenlinien- und Profilabweichungen (VDI/VDE 2612), oder Teilungs- und Rundlaufabweichungen (VDI/VDE 2613).

Die Richtlinie VDI/VDE 2612 Blatt 1 ersetzt die Richtlinien VDI/VDE 2607 und VDI/VDE 2612. Mit der Zusammenfassung dieser beiden Richtlinien berücksichtigt der Fachausschuss „Messen an Zahnrädern und Getrieben“ die Entwicklung der Verzahnungsmesstechnik hin zu einer überwiegend rechnergestützten Auswertung.

Weiterhin vollzieht sich bei der Normung im Bereich der Laufverzahnung ein Umbruch. DIN 3960 wurde zurückgezogen und durch DIN ISO 21771, DIN 21772 und DIN 21773 ersetzt. Die 2013 veröffentlichte Toleranznorm ISO 1328-1 ist 2018 als DIN ISO 1328-1 erschienen und ersetzt die bisherigen Toleranznormen DIN 3961:1978-08, DIN 3962-1:1978-08, DIN 3962-2:1978-08, DIN 3962-3:1978-08, DIN 21772:2012-07 sowie in Teilen DIN 3963:1978-08. Neben anderen Toleranzen enthält DIN ISO 1328-1 auch neue Begriffe und neue Auswerteregeln. Die Richtlinie VDI/VDE 2612 Blatt 1 berücksichtigt diese Neuerungen und ergänzt sie zum Teil.

Anmerkung: Abschnitt 1 bis Abschnitt 6 der Richtlinie VDI/VDE 2612:2000-05 werden durch die vorliegende Richtlinie VDI/VDE 2612 Blatt 1 ersetzt. Abschnitt 7 der Richtlinie VDI/VDE 2612:2000-05 wird durch die Richtlinie VDI/VDE 2612 Blatt 6 (in Vorbereitung) ersetzt.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2612.

Introduction

Quality assurance of gears with involute profile can be performed in different ways. A differentiation is made between a composite inspection, e.g. tangential composite or radial composite inspection (VDI/VDE 2608), and a determination of single deviations such as helix and profile deviations (VDI/VDE 2612) or pitch and runout deviations (VDI/VDE 2613).

Standard VDI/VDE 2612 Part 1 replaces standards VDI/VDE 2607 and VDI/VDE 2612. By consolidating these two standards, the Technical Committee “Measurements on toothed gears and gearings” accounts for the development of gear metrology towards predominantly computer-aided evaluations.

In addition, a change is taking place in standardisation in the area of running gears. DIN 3960 has been withdrawn and replaced by DIN ISO 21771, DIN 21772 and DIN 21773. The tolerance standard DIN ISO 1328-1-09 published in 2013 and released as DIN ISO 1328-1:2018-03 published in 2018 replace the previous tolerance standards DIN 3961:1978-08, DIN 3962-1:1978-08, DIN 3962-2:1978-08, DIN 3962-3:1978-08, DIN 21772:2012-07 and partially DIN 3963:1978-08. In addition to other tolerances, DIN ISO 1328-1 also covers new terms and new evaluation rules. Standard VDI/VDE 2612 Part 1 accounts for these innovations and in part complements them.

Note: Section 1 to Section 6 of standard VDI/VDE 2612:2000-05 will be replaced by the present standard VDI/VDE 2612 Part 1. Section 7 of standard VDI/VDE 2612:2000-05 will be replaced by standard VDI/VDE 2612 Part 6 (in preparation).

Mit Veröffentlichung der Richtlinie VDI/VDE 2612 Blatt 1 wird die Richtlinie VDI/VDE 2612:2000-05 zurückgezogen. Zur Anwendung von Abschnitt 7 bis zur Veröffentlichung der Richtlinie VDI/VDE 2612 Blatt 6 steht dieser Abschnitt unter www.vdi.de/2612 zum Download bereit.

In dieser Richtlinie sind in einigen Abschnitten alternative Verfahren zur Berechnung von Kennwerten beschrieben. Um diese Verfahren referenzieren zu können, werden diese jeweils mit einem eindeutigen Namen belegt (z.B. [Evaluation_VDI_2612B1_2018_1A]). Diese Namen werden auch im Gear-Data-Exchange-Format (VDI/VDE 2610) ab Version 2.6 benutzt. Die geforderte oder angewendete Art der Auswertung ist damit eindeutig bestimmbar.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinie behandelt die Profil- und Flankenlinienprüfung an außen- und innenverzahnten Zylinderrädern mit Evolventenprofil. Dabei wird auf die Erfassung der Messdaten, ihre Auswertung und die Beurteilung/Darstellung der Messergebnisse eingegangen.

Mit den getroffenen Festlegungen und Empfehlungen soll erreicht werden, dass unter Berücksichtigung der vorliegenden Normen einheitliche Methoden verwendet werden. Diese Festlegungen ermöglichen den Anwendern untereinander oder gegenüber den Geräteherstellern, ihre Messergebnisse unmittelbar zu vergleichen, sodass Streitfälle weitgehend vermeidbar sind.

In Anhang A sind die mathematischen Grundlagen dargestellt und es werden Hinweise zum Informationsgehalt eines Messprotokolls gegeben.

Nicht behandelt werden hier die Toleranzen (z.B. DIN ISO 1328-1) und die Einteilung in Toleranzklassen. Dabei ist zu beachten, dass diese in den Normen festgelegten Toleranzen nur für einige Kennwerte existieren. Es gibt beispielsweise für Kennwerte zur Beschreibung von Modifikationen keine genormten Toleranzen. Diese müssen entsprechend den Funktionsanforderungen festgelegt werden.

Once standard VDI/VDE 2612 Part 1 has been published, standard VDI/VDE 2612:2000-05 will be withdrawn. For the application of Section 7 until the publication of standard VDI/VDE 2612 Part 6, this section will be available for download at www.vdi.de/2612.

Some sections of this standard contain alternative procedures for calculating characteristic values. For Referencing them, they receive an unambiguous name (e.g. [Evaluation_VDI_2612B1_2018_1A]). These names also are used in the Gear Data Exchange Format (VDI/VDE 2610) as of Version 2.6. The required or applied kind of evaluation can thus be determined unambiguously.

1 Scope

The present standard deals with the profile and helix inspection of external and internal cylindrical gears with involute profile. The collection of measured data, their evaluation and the assessment/representation of the measurement results are covered.

The specifications and recommendations are made to ensure that uniform methods are used according to the existing standards. These specifications allow users to compare their measurement results with those of other users or with those of the device manufacturers directly to help avoid conflicts.

Annex A shows the mathematical basics and provides hints on the information content of an inspection record.

It does not cover the tolerances (e.g. DIN ISO 1328-1) or the classification into tolerance classes. It shall be noted that the tolerances specified in the standards only exist for some characteristic values. For example, there are no standardised tolerances for characteristic values describing modifications. These must be specified according to the functional requirements.