

## DIN ISO 14635-1



ICS 21.200; 75.100

**Entwurf**

Einsprüche bis 2024-11-26  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN ISO 14635-1:2006-05 und  
DIN ISO 14635-1  
Berichtigung 1:2007-03

**Zahnräder –  
FZG-Prüfverfahren –  
Teil 1: FZG-Prüfverfahren A/8,3/90 zur Bestimmung der relativen  
Fresstragfähigkeit von Schmierölen (ISO 14635-1:2023);  
Text Deutsch und Englisch**

Gears –  
FZG test procedures –  
Part 1: FZG test method A/8,3/90 for relative scuffing load-carrying capacity of oils  
(ISO 14635-1:2023);  
Text in German and English

Engrenages –  
Méthodes d'essai FZG –  
Partie 1: Méthode FZG A/8,3/90 pour évaluer la capacité de charge au grippage des huiles  
(ISO 14635-1:2023);  
Texte en allemand et anglais

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-07-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [nam@vdma.org](mailto:nam@vdma.org) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 oder Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 54 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)  
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)  
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP

## Inhalt

|                                                                                                                | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Nationales Vorwort . . . . .                                                                                   | 4     |
| Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise . . . . .                                                  | 6     |
| Nationaler Anhang NB (informativ) Erläuterungen und Ergänzungen zu ISO 14635-1 . . . . .                       | 7     |
| NB.1 Prüfmaschine . . . . .                                                                                    | 7     |
| Nationaler Anhang NC (informativ) Zusatzuntersuchung zur Charakterisierung der Verschleißentwicklung . . . . . | 10    |
| NC.1 Allgemeines . . . . .                                                                                     | 10    |
| NC.2 Bestimmung zur Charakterisierung der Verschleißentwicklung . . . . .                                      | 10    |
| NC.2.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens . . . . .                                                               | 10    |
| NC.2.2 Durchführung . . . . .                                                                                  | 10    |
| NC.3 Angabe der Ergebnisse . . . . .                                                                           | 10    |
| NC.3.1 Massenänderungskurve (siehe Bild NC.1) . . . . .                                                        | 10    |
| NC.3.2 Schadenskraftstufe . . . . .                                                                            | 11    |
| Vorwort . . . . .                                                                                              | 12    |
| Einleitung . . . . .                                                                                           | 14    |
| 1 Anwendungsbereich . . . . .                                                                                  | 15    |
| 2 Normative Verweisungen . . . . .                                                                             | 15    |
| 3 Begriffe . . . . .                                                                                           | 15    |
| 4 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens . . . . .                                                                | 16    |
| 4.1 Allgemeine Grundlagen . . . . .                                                                            | 16    |
| 4.2 Präzision . . . . .                                                                                        | 18    |
| 5 Prüfmittel . . . . .                                                                                         | 18    |
| 5.1 Prüfzahnräder . . . . .                                                                                    | 18    |
| 5.2 Reinigungsflüssigkeit . . . . .                                                                            | 18    |
| 6 Geräte . . . . .                                                                                             | 20    |
| 6.1 FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine . . . . .                                                            | 20    |
| 6.2 Aufheizvorrichtung . . . . .                                                                               | 22    |
| 6.3 Überrollungszähler . . . . .                                                                               | 22    |
| 7 Vorbereitung der Prüfmaschine . . . . .                                                                      | 22    |
| 8 Prüfverfahren . . . . .                                                                                      | 23    |
| 9 Angabe der Ergebnisse . . . . .                                                                              | 24    |
| Anhang A (informativ) Beispiel für ein Prüfzeugnis . . . . .                                                   | 26    |
| Anhang B (informativ) Checkliste für die Wartung der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine . . . . .           | 27    |
| B.1 Erkennen einer Funktionsstörung . . . . .                                                                  | 27    |
| B.1.1 Verteilung der Fressschäden über der Flankenbreite . . . . .                                             | 27    |
| B.1.2 Tragbild . . . . .                                                                                       | 27    |
| B.1.3 Prüfung von Referenzölen . . . . .                                                                       | 27    |
| B.1.4 Weitere Anzeichen . . . . .                                                                              | 27    |
| B.2 Maschinenteile, die Wartung benötigen . . . . .                                                            | 27    |
| B.2.1 Prüfgetriebekasten . . . . .                                                                             | 27    |
| B.2.2 Verbindungswellen und Flansche . . . . .                                                                 | 28    |
| B.2.3 Übertragungsgetriebe . . . . .                                                                           | 29    |
| B.2.4 Sonstige Einrichtungsteile . . . . .                                                                     | 30    |
| B.3 Ungefährte Lebensdauer der Prüfstandteile . . . . .                                                        | 30    |
| Literaturhinweise . . . . .                                                                                    | 32    |

## Bilder

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| Bild NB.1 — FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine . . . . . | 7 |
|-------------------------------------------------------------|---|

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild NB.2 — Belastungseinrichtung mit Hebel und Gewichten . . . . .                                                                                     | 8  |
| Bild NC.1 — Beispiel für die Bestimmung der Verschleißentwicklung von Ritzel, Rad sowie Ritzel<br>und Rad durch Bestimmung der Massenverluste . . . . . | 11 |
| Bild 1 — FZG Zahnform A, Zahnflanken-Oberflächenveränderung (Flankenschäden) . . . . .                                                                  | 18 |
| Bild 2 — Schema der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine . . . . .                                                                                     | 21 |
| Bild 3 — Markierung und Einbau der FZG-Prüfzahnräder Typ A (Bild 2, Ansicht A) . . . . .                                                                | 22 |
| Bild B.1 — Verteilung der Riefen oder Fresser, die auf einen Prüfstandsfehler hinweisen . . . . .                                                       | 31 |

## Tabellen

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle NB.1 — Torsionsmomente und Gewichtskräfte der Belastungseinrichtung . . . . . | 8  |
| Tabelle 1 — Verzahnungsdaten des Prüfzahnrades A . . . . .                            | 19 |
| Tabelle 2 — Ausführung der Prüfzahnradpaare A . . . . .                               | 20 |
| Tabelle 3 — FZG-Kraftstufen . . . . .                                                 | 24 |
| Tabelle 4 — Prüfbedingungen . . . . .                                                 | 24 |

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 14635-1:2023, die vom Technischen Komitee ISO/TC 60 „Gears“, Subkomitee SC 2 „Gear capacity calculation“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 060-34-19 AA „Zahnrad schmierung und Schmierstoffe“ im Fachbereich „Antriebstechnik“ im DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Der Fachbereich Antriebstechnik des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN hat gemeinsam mit dem Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) aus Gründen der Kontinuität der Prüfmethodik und der Erhaltung des prüftechnischen Wissensstandes, die Prüfung der Fresstragfähigkeit von Schmierölen für Zahnradgetriebe in der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine betreffend, im nationalen Anhang NB die Beschreibung der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine aus DIN 51354-1:1990 und im nationalen Anhang NC die „Zusatzuntersuchung zur Charakterisierung der Verschleißentwicklung“ aus DIN 51354-2:1990 übernommen.

Die Normen DIN 51354-1 und DIN 51354-2 wurden nach Veröffentlichung der DIN ISO 14635-1:2006-05 zurückgezogen. In Ergänzung zur Einleitung ist zu beachten, dass hinsichtlich der Ermittlung der Graufleckentragfähigkeit ein FZG-Prüfverfahren mit der DIN 3990-16 bereits veröffentlicht ist.

Die in Tabelle 2 der ISO-Norm aufgeführte Werkstoffzusammensetzung entspricht im Wesentlichen 20 MnCr 5 nach DIN EN ISO 683-3:2022.

Dieses Dokument enthält in 6.1.1 und Abschnitt 9 eine Nationale Fußnote, die ergänzende oder erläuternde Hinweise zur Anwendung des Dokuments gibt.

DIN ISO 14635 besteht unter dem allgemeinen Titel *Zahnräder — FZG\*-Prüfverfahren* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: *FZG-Prüfverfahren A/8,3/90 zur Bestimmung der relativen Fresstragfähigkeit von Schmierölen*
- Teil 2: *FZG-Prüfverfahren A10/16,6R/120 zur Bestimmung der Fresstragfähigkeit von hochtragfähigen Schmierölen*
- Teil 3: *FZG-Prüfverfahren A/2,8/50 zur Bestimmung von Fresstragfähigkeit und Verschleißverhalten von Getriebefließfetten*

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 1328-1:1995 siehe DIN 3961:1978, DIN 3962-1:1978, DIN 3962-2:1978 und DIN 3963:1978

Anhang A und Anhang B dieses Dokuments dienen nur zur Information.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

---

\* FZG bedeutet: Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebesysteme, Technische Universität München (Gear Research Center, Technical University of Munich), Boltzmannstraße 15, D-85748 Garching, Germany, [fzg@fzg.mw.tum.de](mailto:fzg@fzg.mw.tum.de).

## **Änderungen**

Gegenüber DIN ISO 14635-1:2006-05 und DIN ISO 14635-1 Berichtigung 1:2007-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ISO 1328-1:1995 wurde datiert, da dieses Dokument einen Genauigkeitsgrad verwendet, der sich numerisch von der Toleranzklasse in ISO 1328-1:2013 unterscheidet;
- b) Austausch der ISO 4287, die zurückgezogen und durch ISO 21920-2 ersetzt wurde;
- c) Austausch der ISO 4964, die zurückgezogen wurde, während ähnliche Informationen in ISO 18265 gefunden werden können;
- d) Ersatz von Einträgen in den Literaturhinweisen, die zurückgezogen wurden und Änderung von datierten auf undatierte Verweisungen;
- e) Unterabschnitt 5.2, Formulierung wurde in der Normenreihe DIN ISO 14635 vereinheitlicht;
- f) Tabelle 4, die Zeile „Drehrichtung“ wurde eingefügt und „Öl-Einfüllmenge“ konform zur Information der Normenreihe DIN ISO 14635 ausgeführt.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN 3961:1978, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Grundlagen*<sup>\*\*</sup>

DIN 3962-1:1978, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Toleranzen für Abweichungen einzelner Bestimmungsgrößen*<sup>\*\*</sup>

DIN 3962-2:1978, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Toleranzen für Flankenlinienabweichungen*<sup>\*\*</sup>

DIN 3963:1978, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Toleranzen für Wälzabweichungen*<sup>\*\*\*</sup>

---

<sup>\*\*</sup> Historisches Dokument. Wurde 2018-03 zurückgezogen.

<sup>\*\*\*</sup> Historisches Dokument. Wurde 2021-09 zurückgezogen.

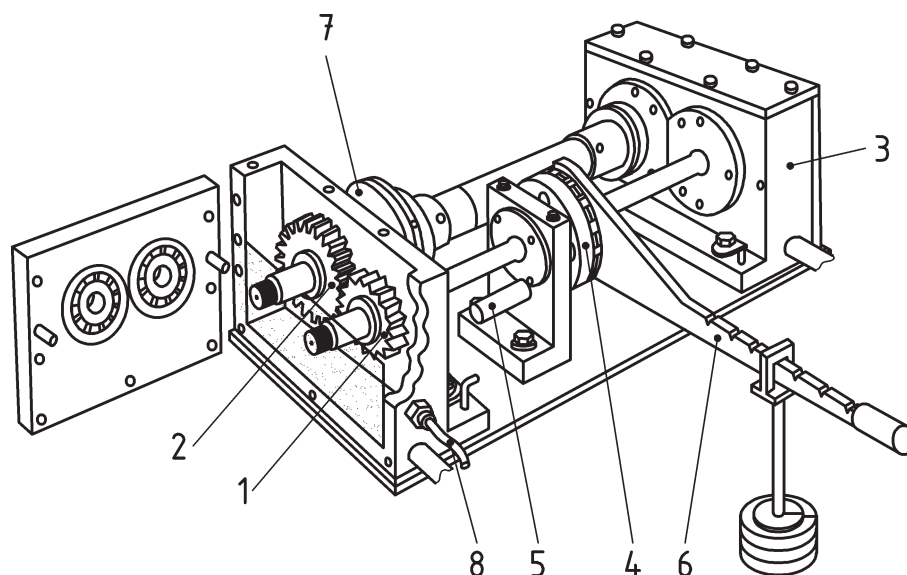
## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Erläuterungen und Ergänzungen zu ISO 14635-1

Aus Gründen einer besseren Verständlichkeit des Sachthemas und zur Wahrung des Standes der Technik der DIN 51334 wird dieses Dokument um zwei informative nationale Anhänge ergänzt. Grundlage für die folgenden Ausführungen bilden die Ursprungsdokumente für die ISO 14635-1:2000, namentlich die Normen DIN 51354-1 und DIN 51354-2 in ihrer letzten Ausgabe 1990.

#### NB.1 Prüfmaschine

Bild NB.1 zeigt eine perspektivische Darstellung der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine.



#### Legende

- |                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| 1 Prüfritzel           | 5 Arretierbolzen                |
| 2 Prüfrad              | 6 Belastungshebel mit Gewichten |
| 3 Übertragungsgetriebe | 7 Torsionskupplung              |
| 4 Belastungskupplung   | 8 Temperaturfühler              |

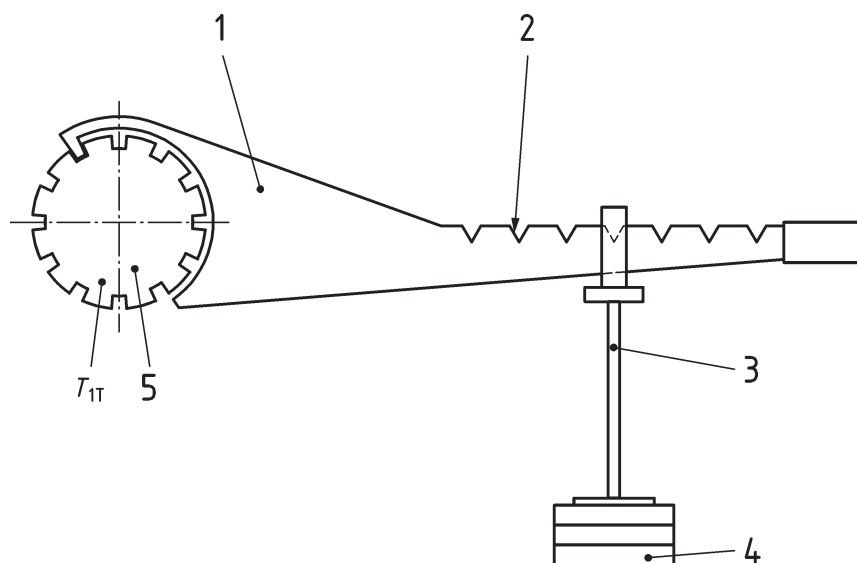
**Bild NB.1 — FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine**

Die Prüfmaschine wird von einem dem jeweiligen Prüfverfahren entsprechend ausgelegten Elektromotor im Linkslauf angetrieben. Linkslauf entspricht, von der Antriebsseite des Motors aus gesehen, einem Lauf im Gegenuhrzeigersinn. Einzelheiten zur Aufstellung, Montage und Bedienung der Prüfmaschine sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen.

Jede neue Prüfmaschine muss vom Benutzer durch vier Einlaufversuche (zwei Radpaare) nach den Vorschriften in dem vorliegenden Dokument mit einem Referenzöl kontrolliert werden. Hierbei muss durch eine Tragbildkontrolle das einwandfreie Funktionieren der Maschine sichergestellt werden.

Das jeweils benötigte Prüfdrehmoment kann auf zwei Arten erzeugt werden. Bei Gewichtsbelastung wird eine Hälfte der Kupplung mittels eines Bolzens arretiert und auf die andere Hälfte der Belastungshebel, Gehänge und entsprechende Gewichtstücke (siehe Bild NB.2) aufgebracht. Die Drehmomente der Belastungshebel und die Gewichtskräfte der Belastungsgewichte sind in Tabelle NB.1 zusammengestellt.

Das Drehmoment am Ritzel  $T_{1T}$  aus Tabelle 3 des Dokuments ist gleich der Summe aus den Momenten des jeweiligen Belastungshebels ( $H_1$  oder  $H_2$ ) und des Gehänges K mit den jeweiligen Gewichtstücken W (siehe Tabelle 3).



**Legende**

- |                                         |                      |
|-----------------------------------------|----------------------|
| 1 Belastungshebel $H_1$ oder $H_2$      | 4 Gewichtstücke W    |
| 2 Kerbe zum Einhängen der Gewichtstücke | 5 Belastungskupplung |
| 3 Gehänge K                             |                      |

**Bild NB.2 — Belastungseinrichtung mit Hebel und Gewichten**

**Tabelle NB.1 — Torsionsmomente und Gewichtskräfte der Belastungseinrichtung**

| Torsionsmoment $T_{1T}$ |       |
|-------------------------|-------|
| Erzeugt durch:          | Nm    |
| Belastungshebel $H_1$   | 3,3   |
| Belastungshebel $H_2$   | 13,7  |
| Gewichtskraft G         |       |
| Erzeugt durch:          | N     |
| Gehänge K               | 43,1  |
| $W_1$                   | 51,0  |
| $W_2$                   | 66,7  |
| $W_3$                   | 82,4  |
| $W_4$                   | 96,1  |
| $W_5$                   | 111,8 |
| $W_6$                   | 125,5 |
| $W_7$                   | 141,2 |
| $W_8$                   | 154,9 |
| $W_9$                   | 168,7 |

Bei Spindelbelastung wird eine Verspannschere auf die beiden Hälften der Kupplung aufgelegt, die mittels einer Spindel gegeneinander verdreht werden. Das eingebrachte Torsionsmoment kann mit Hilfe einer Messuhr als Verdrehweg der kalibrierten Torsionswelle bestimmt werden.

## Nationaler Anhang NC (informativ)

### Zusatzuntersuchung zur Charakterisierung der Verschleißentwicklung

#### NC.1 Allgemeines

Für Untersuchungen bei Forschung und Entwicklung kann die Charakterisierung der Verschleißentwicklung während des Testablaufes von Bedeutung sein.

Über das Langzeit-Verschleißverhalten von Schmierstoffen macht diese Prüfung keine Aussage.

Die nach diesem Verfahren ermittelten Ergebnisse eignen sich nicht, Eigenschaften von Schmierstoffen in Anforderungsnormen zu definieren.

#### NC.2 Bestimmung zur Charakterisierung der Verschleißentwicklung

##### NC.2.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Der Verschleißverlauf wird durch Ausbau der Prüfzahnräder und Ermittlung des Massenverlustes der Prüfzahnräder bestimmt. Es wird eine Waage mit einer Tragfähigkeit von mindestens 1,3 kg und einer Fehlergrenze  $G = 1 \text{ mg}$  zum Messen der Massenänderung der Räder benötigt.

##### NC.2.2 Durchführung

Die Prüfung muss nach Abschnitt 8 dieses Dokuments durchgeführt werden. Zusätzlich müssen folgende Arbeiten vorgenommen werden:

**NC.2.2.1** Kennzeichnung von 3 Zähnen, 2 am Rad, 1 am Ritzel.

**NC.2.2.2** Getrenntes Wiegen von Prüfritzel und Prüfrad vor dem Einbau.

**NC.2.2.3** Ausbau des Prüfzahnradpaares nach Kraftstufe 4 und danach nach jeder weiteren gefahrenen Kraftstufe sowie mehrmaliges Waschen mit einem geeigneten Lösemittel, z. B. Siedegrenzbenzin.

**NC.2.2.4** Abkühlen des Prüfzahnradpaares auf Raumtemperatur, z. B. durch Auflegen auf eine Metallplatte. Nochmaliges Waschen und Trocknen im Luftstrom.

**NC.2.2.5** Getrenntes Wiegen von Ritzel und Rad zur Ermittlung der jeweiligen Massenänderung  $\Delta m$  in mg.

**ANMERKUNG** Bei längerer Unterbrechung der Prüfung, z. B. über Nacht, sind die Räder in einem Exsikkator aufzubewahren.

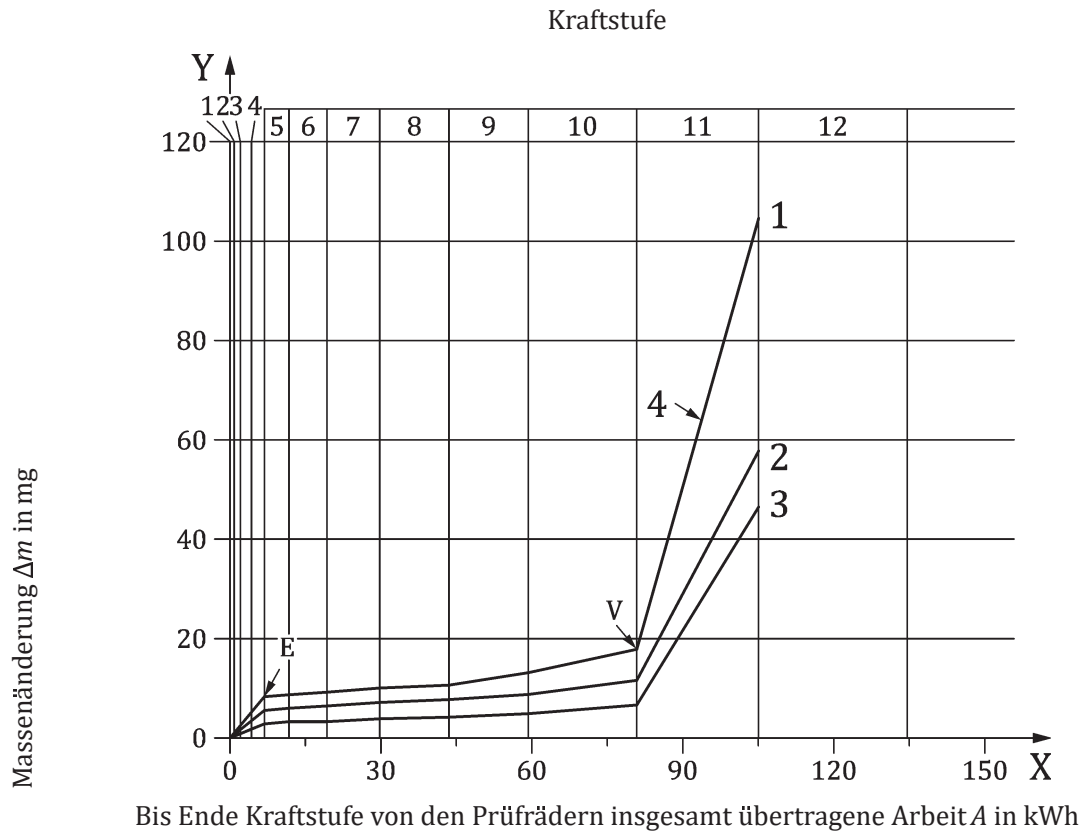
#### NC.3 Angabe der Ergebnisse

##### NC.3.1 Massenänderungskurve (siehe Bild NC.1)

Die Kurven der aufsummierten Massenänderung von Ritzel und Rad, bezogen auf die Kraftstufen, heißen Massenänderungskurven. Die Massenänderungskurven von Ritzel und Rad sowie für Ritzel und Rad gemeinsam, werden nach Bild NC.1 dargestellt. Die Messpunkte müssen geradlinig verbunden werden. 10 mm auf der Ordinate müssen 10 mg Massenänderung und 30 mm auf der Abszisse 30 kWh übertragener Arbeit entsprechen.

Mit E wird der Punkt bezeichnet, der die Summe der Massenänderung  $\Delta m$  von Ritzel und Rad nach Kraftstufe 4 darstellt.

Mit V wird der Punkt bezeichnet, der die Summe der Massenänderung  $\Delta m$  von Ritzel und Rad nach Kraftstufe vor Eintritt des Schadens nach 3.3 dieses Dokuments darstellt.



#### Legende

- 1 Ritzel und Rad
- 2 Rad
- 3 Ritzel
- 4 Schadenskraftstufe

**Bild NC.1 — Beispiel für die Bestimmung der Verschleißentwicklung von Ritzel, Rad sowie Ritzel und Rad durch Bestimmung der Massenverluste**

#### NC.3.2 Schadenskraftstufe

Die nach dieser Zusatzuntersuchung ermittelte Schadenskraftstufe ist bei der Angabe der Ergebnisse entsprechend Abschnitt 9 dieses Dokuments durch ein M zu kennzeichnen, z. B. für Schadenskraftstufe 10. Die DIN-Bezeichnung lautet dann:

**Schadenskraftstufe DIN ISO 14635-1 -A/8,3/90-M: 10**

**Zahnräder**

**FZG-Prüfverfahren**

**Teil 1: FZG-Prüfverfahren A/8,3/90 zur Bestimmung der relativen Fresstragfähigkeit von Schmierölen**

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 60, *Gears*, Unterkomitee SC 2, *Gear capacity calculation*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 14635-1:2000), die geringfügig überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- ISO 1328-1:1995<sup>1</sup> wurde datiert, da dieses Dokument einen Genauigkeitsgrad verwendet, der sich numerisch von der Toleranzklasse in ISO 1328-1:2013 unterscheidet;
- Austausch der ISO 4287, die zurückgezogen und durch ISO 21920-2 ersetzt wurde;
- Austausch der ISO 4964, die zurückgezogen wurde, während ähnliche Informationen in ISO 18265 gefunden werden können;
- Ersatz von Einträgen in den Literaturhinweisen, die zurückgezogen wurden und Änderung von datierten auf undatierte Verweisungen;
- Unterabschnitt 5.2, Formulierung wurde in der Normenreihe DIN ISO 14635 vereinheitlicht;

---

<sup>1</sup> Zurückgezogen und ersetzt durch ISO 1328-1:2013.

- Tabelle 1, die Bezeichnung „pitch line circumferential speed ( $v_w$ )“ wurde durch „circumferential velocity at the pitch line“ ersetzt, um die Begriffe innerhalb der ISO 6336 Reihe zu vereinheitlichen;
- Tabelle 4, die Zeile „Drehrichtung“ wurde eingefügt und „Öl-Einfüllmenge“ konform zur Information der Normenreihe DIN ISO 14635 ausgeführt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 14635 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html) zu finden.

## Einleitung

Die Arten von Zahnradschäden, die durch Schmierstoffe beeinflusst werden können, sind Fressen (Riefen und Fresser), Langsamlauf-Verschleiß und die Erscheinungsformen der Zahnflankenermüdung, wie Grauflecken und Grübchen. Für eine genaue, auf den Arbeitsbereich bezogene Auswahl dieser Zahnradschäden sind entsprechende Schmierstoff-Prüfverfahren erforderlich. Die Prüfverfahren auf der FZG<sup>2</sup> Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine, die in diesem Dokument und in den anderen Teilen der Normenreihe ISO 14635 beschrieben werden, können als Werkzeug für die Ermittlung von charakteristischen Schmierstoffkennwerten angesehen werden, die in die Tragfähigkeitsberechnung der Zahnräder einzusetzen sind.

Das FZG-Prüfverfahren A/8,3/90 für die Bestimmung der relativen Fresstragfähigkeit von Schmierstoffen, das in diesem Dokument beschrieben wird, ist charakteristisch für die meisten Anwendungen in Industrie- und Schiffsgetriebenen. ISO 14635-2 bezieht sich auf die Bestimmung der relativen Fresstragfähigkeit von hochtragfähigen Schmierstoffen, wie sie für die Schmierung von Fahrzeuggetrieben verwendet werden. ISO 14635-3 beschreibt ein FZG-Prüfverfahren für Getriebefließfette. Andere FZG-Prüfverfahren für die Ermittlung der Tragfähigkeit von Schmierstoffen bezüglich Langsamlauf-Verschleißes, Grauflecken und Grübchen von Zahnrädern werden zurzeit bearbeitet. Sie werden eventuell später als weitere Teile der ISO 14635 zugefügt.

---

2 FZG = Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebesysteme, Technische Universität München (Gear Research Center, Technical University of Munich).

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Prüfverfahren fest, das auf einer FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine zur Ermittlung der relativen Fresstragfähigkeit von Schmierölen durchgeführt wird. Hohe Oberflächentemperaturen infolge hoher Flankenpressungen und hoher Gleitgeschwindigkeit können zu einem Versagen des Schmierfilms führen. Dieses Prüfverfahren ist zur Beurteilung eines solchen Schmierstoffversagens unter definierten Bedingungen von Temperatur, hoher Gleitgeschwindigkeit und stufenweise gesteigerter Belastung geeignet.

ANMERKUNG Dieses Verfahren ist technisch gleichwertig mit ASTM D 5182-97 und CEC L-07-A-95.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ISO 1328-1:1995<sup>3</sup>, *Cylindrical gears — ISO system of accuracy — Part 1: Definitions and allowable values of deviations relevant to corresponding flanks of gear teeth*

ISO 18265, *Metallic materials — Conversion of hardness values*

ISO 21920-2, *Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Profile — Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters*

ASTM D 235, *Specification for Mineral Spirits (Petroleum Spirits) (Hydrocarbon Dry Cleaning Solvent)*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:<sup>N1</sup>

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org>

### 3.1

#### **Fresstragfähigkeit**

<eines Schmierstoffs> größte Belastung, die unter definierten Bedingungen ertragen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele von Flankenschäden im Sinne des Prüfverfahrens sind in Bild 1 dargestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Fressen ist eine besonders schwere Schadensform an der Zahnflankenoberfläche, gekennzeichnet durch ein Verschweißen der Oberflächenrauheiten von Bereichen einander berührender Zahnflanken infolge Fehlens oder Versagens eines Schmierfilms, wie sie typisch durch hohe Temperatur und hohen Druck verursacht wird. Fressen tritt überwiegend bei hohen Gleitgeschwindigkeiten und hohen Pressungen auf. Fressen kann auch bei relativ niedrigen Gleitgeschwindigkeiten auftreten, wenn die Flankenpressung hoch ist, z. B. in Bereichen örtlicher Überlast.

---

3 Zurückgezogen und ersetzt durch ISO 1328-1:2013.

N1 Nationale Fußnote: DIN und DKE stellen unter <https://www.din.de/go/din-term> bzw. <https://www.dke.de/DKE-IEV> terminologische Datenbanken zusätzlich mit passenden Begriffen aus DIN-Normen bereit.

## E DIN ISO 14635-1:2024-09

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Risiko eines Fressschadens ist abhängig von den Werkstoffeigenschaften des Zahnrades, dem verwendeten Schmierstoff, der Flankenrauheit, den Gleitgeschwindigkeiten und der Belastung. Als Folgen des Fressschadens können bei schnell laufenden Getrieben dynamische Lastüberhöhungen auftreten, die zu einem vorzeitigen Ausfall des Getriebes führen.

### 3.2

#### **FZG-Prüfbedingung A/8,3/90**

Prüfbedingung, bei der A die besondere Zahnform der Prüfzahnräder nach Tabelle 1 bedeutet; 8,3 ist die Umfangsgeschwindigkeit am Wälzkreis in m/s und 90 die Anfangstemperatur in °C im Ölsumpf ab Beginn der Kraftstufe 5

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Drehrichtung der Zahnräder ist in Bild 3 angegeben.

### 3.3

#### **Schadenskraftstufe**

Kraftstufe, bei der die Summe der Zahnschäden (Breite aller Riefen und Fresser) der 16 Zahnflanken des Ritzels mehr als 20 mm beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele von Flankenschäden im Sinne des Prüfverfahrens sind in Bild 1 dargestellt.

## 4 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens

### 4.1 Allgemeine Grundlagen

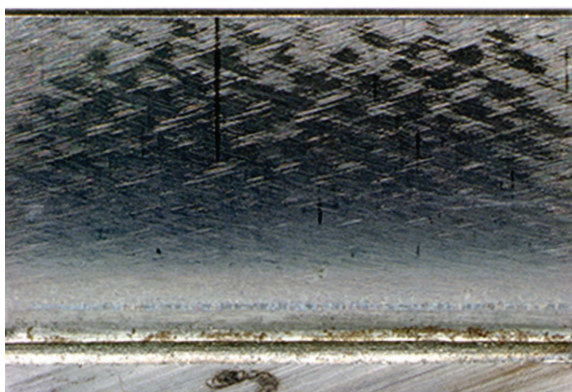
Ein Prüfzahnradpaar nach Abschnitt 5, Tabelle 1 und Tabelle 2, läuft in dem zu prüfenden Schmierstoff im Tauchschmierverfahren bei konstanter Drehzahl für eine festgelegte Anzahl von Umdrehungen. Die Belastung der Zahnflanken wird stufenweise gesteigert, siehe Tabelle 3. Mit Beginn der Kraftstufe 5 wird die Anfangstemperatur des Schmieröls im Ölsumpf zwischen  $(90 \pm 3)$  °C geregelt. Während des Prüflaufes in jeder Kraftstufe darf die Öltemperatur ungeregelt ansteigen. Beginnend mit der Kraftstufe 4 werden die Ritzelzahnflanken am Ende einer jeden Kraftstufe auf Oberflächenschäden untersucht und etwaige Veränderungen im Aussehen festgehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn die Schadenskraftstufe erreicht oder Kraftstufe 12 ohne Eintreten des Versagenskriteriums durchlaufen ist.

Der Bediener des Prüfstandes ist dafür verantwortlich, dass alle zutreffenden Gesetze, Verordnungen und Bedingungen beachtet werden.

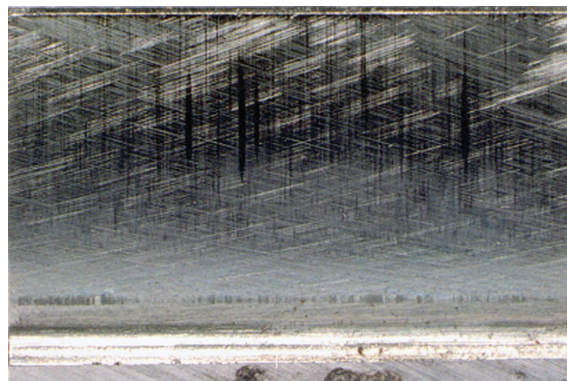
**ANMERKUNG** Die Ersteller dieses Prüfverfahrens setzen voraus, dass jeder Anwender dieses Prüfverfahrens dafür voll ausgebildet und im Umgang mit Prüfständen vertraut ist oder unter Aufsicht einer solchen Person steht.

**WARNUNG — In der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine werden hochbelastete Wellen und hochbeanspruchte Prüfräder bei hoher Drehzahl betrieben. Für den Schutz des Personals ist entsprechende Vorsorge zu treffen.**

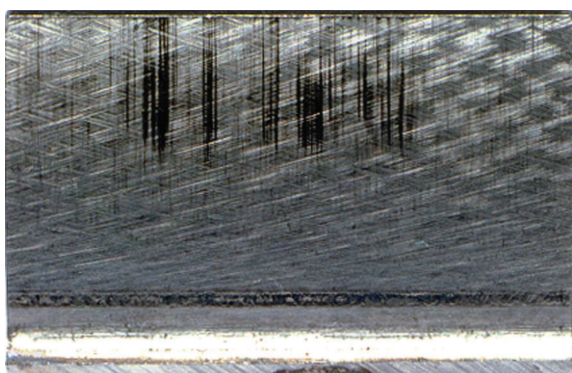
**WARNUNG — Gehörschutz wird dringend empfohlen.**



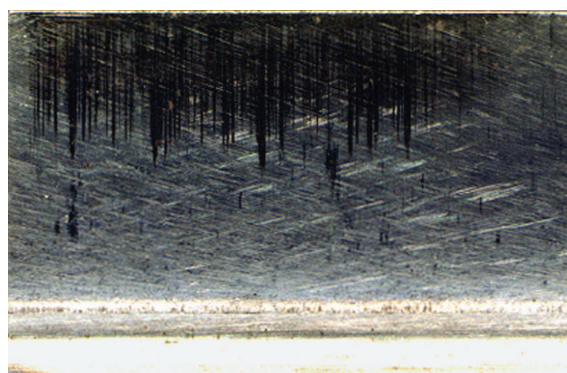
**a) kein Schaden (Kratzer)**



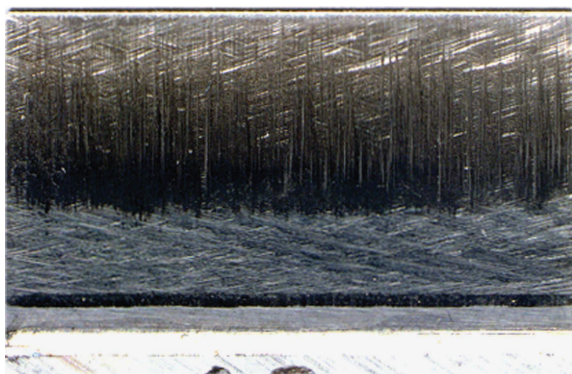
**b) kein Schaden (Kratzer)**



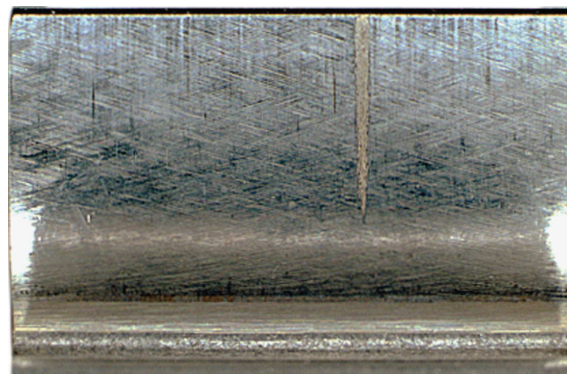
**c) etwa 5 mm breiter Schaden (Riefen)**



**d) etwa 15 mm breiter Schaden (Riefen)**



**e) 20 mm breiter Schaden (Riefen)**



**f) etwa 2 mm breiter Schaden (Fressstrich)**