

DIN ISO 14635-2

ICS 21.200

**Zahnräder –
FZG-Prüfverfahren –
Teil 2: FZG-Prüfverfahren A10/16, 6R/120 zur Bestimmung der relativen
Fresstragfähigkeit von hoch EP-legierten Schmierölen
(ISO 14635-2:2004)**

Gears –
FZG test procedures –
Part 2: FZG step load test A10/16, 6R/120 for relative scuffing load-carrying capacity of
high EP oils (ISO 14635-2:2004)

Engrenages –
Méthodes d'essai FZG –
Partie 2: Méthode FZG A10/16, 6R/120 à paliers de charge pour évaluer la capacité de
charge au grippage des huiles à valeurs EP élevées (ISO 14635-2:2004)

Gesamtumfang 24 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Schadenskriterium.....	8
5 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens	9
5.1 Allgemeine Grundlagen	9
5.2 Präzision	10
6 Prüfmittel	10
6.1 Prüfzahnräder.....	10
6.2 Reinigungsflüssigkeit	10
7 Geräte.....	10
7.1 FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine	10
7.2 Aufheizvorrichtung	12
7.3 Überrollungszähler	12
7.4 Waage	13
8 Vorbereitung der Prüfmaschine	14
9 Prüfverfahren	14
10 Angabe der Ergebnisse.....	16
Anhang A (informativ) FZG Prüfzahnräder Typ A10, Zahnflanken-Oberflächenveränderungen (Flankenschäden)	17
Anhang B (informativ) Beispiel für einen Prüfbericht	18
Anhang C (informativ) Checkliste für die Wartung der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine	19
C.1 Erkennen einer Funktionsstörung	19
C.1.1 Verteilung der Fressschäden über der Flankenbreite	19
C.1.2 Tragbild	19
C.1.3 Prüfung mit Referenzzölen	19
C.1.4 Weitere Anzeichen	19
C.2 Maschinenteile, die Wartung benötigen	20
C.2.1 Prüfgetriebekasten	20
C.2.2 Verbindungswellen und Flansche.....	21
C.2.3 Übertragungsgetriebe	21
C.2.4 Sonstige Einrichtungsteile	22
Literaturhinweise	24

Bilder

Bild 1 — Schematische Darstellung der Schäden am Ritzel	9
Bild 2 — Schema der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine.....	13
Bild 3 — Einbau der FZG Prü fzahnräder Typ A10 (Ansicht A)	13
Bild C.1 — Verteilung der Riefen oder Fresser, die auf einen Prüfstandsfehler hinweisen	23

Tabellen

Tabelle 1 — Prüfkriterien	9
Tabelle 2 — Einzelheiten der FZG Prü fzahnräder Typ A10	11
Tabelle 3 — Ausführung der FZG Prü fzahnräder Typ A10.....	12
Tabelle 4 — FZG Kraftstufen	15
Tabelle 5 — Prüfbedingungen.....	16
Tabelle 6 — Beispiele der Ergebnisse für die Prüfbedingungen.....	16

Nationales Vorwort

Diese Norm beinhaltet die Übersetzung der ISO 14635-2:2004.

Die vorliegende Übersetzung ist vom Arbeitsausschuss NAM 234-19 „Zahnrad schmierung und Schmierstoffe“ des Fachbereiches Antriebstechnik im Normenausschuss Maschinenbau beschlossen worden. Der Ausschuss dokumentiert damit die Übereinstimmung mit der ISO-Norm.

Zu beachten ist die Möglichkeit, dass einige Elemente der ISO 14635-2 Gegenstand von Patentrechten sein können. Die ISO übernimmt für das Feststellen einiger oder aller derartigen Patentrechte keine Verantwortung.

Die Internationale Norm ISO 14635-2 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 60 „Gears“, Subkomitee SC 2 „Gear capacity calculation“, erstellt.

DIN ISO 14635 enthält unter dem allgemeinen Titel *Zahnräder — FZG-Prüfverfahren* die folgenden Teile:

- *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 relativen Fresstragfähigkeit von hoch EP-legierten Schmierölen*
- *Teil 3: FZG-Prüfverfahren A/2,8/50 zur Bestimmung von Fresstragfähigkeit und Verschleißverhalten von Getriebefließfetten*

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen, sofern sie nicht als DIN-EN-ISO- bzw. DIN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 1122-1	siehe	DIN 868, DIN 3998-1 bis DIN 3998-4
ISO 1328-1	siehe	DIN 3961, DIN 3962-1, DIN 3962-2, DIN 3963
ISO 4964		2005-07 zurückgezogen; keine nationalen Entsprechungen
ISO/TR 10064-4	siehe	DIN 3961
ISO 10825	siehe	DIN 3979
ISO 12925-1		keine nationalen Entsprechungen
ISO/TR 13989-1	siehe	DIN 3990-4
ISO/TR 13989-2	siehe	DIN 3990-4
ASTM D 235		keine nationalen Entsprechungen

Für die in den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Veröffentlichungen gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 868, *Allgemeine Begriffe und Bestimmungsgrößen für Zahnräder — Zahnradpaare und Zahnradgetriebe*

DIN 3961, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Grundlagen*

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

DIN 3962-2, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Toleranzen für Flankenlinienabweichungen*

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

DIN 3979, *Zahnschäden an Zahnradgetrieben; Bezeichnung, Merkmale, Ursachen*

DIN 3990-4, *Tragfähigkeitsberechnung von Stirnrädern — Berechnung der Fresstragfähigkeit*

DIN 3998-1, *Benennungen an Zahnrädern und Zahnradpaaren — Allgemeine Begriffe*

DIN 3998-2, *Benennungen an Zahnrädern und Zahnradpaaren — Stirnräder und Stirnradpaare (Zylinderräder und Zylinderradpaare)*

DIN 3998-3, *Benennungen an Zahnrädern und Zahnradpaaren — Kegelräder und Kegelradpaare, Hypoidräder und Hypoidradpaare*

DIN 3998-4, *Benennungen an Zahnrädern und Zahnradpaaren — Schneckenradsätze*

**Zahnräder —
FZG-Prüfverfahren —
Teil 2: FZG-Prüfverfahren A10/16, 6R/120 zur Bestimmung der relativen
Fresstragfähigkeit von hoch EP-legierten Schmierölen**

Einleitung

Die Art von Zahnradschäden, die durch Schmierstoffe beeinflusst werden können, sind Fressen (Riefen und Fresser), Langsamlauf-Verschleiß und die Erscheinungsformen der Zahnflankenermüdung, wie Grauflecken und Grübchen. Bei der Auslegung von Zahnradern werden diese Zahnradschäden durch bestimmte für den Schmierstoff- und Anwendungsfall typische charakteristische Werte einbezogen. Für eine genaue, auf den Arbeitsbereich bezogene Auswahl dieser Werte sind entsprechende Schmierstoff-Prüfverfahren erforderlich. Die Prüfverfahren auf der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine, die in diesem und in den anderen Teilen der 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 relative Fresstragfähigkeit von Schmierölen, das in ISO 14635-1 beschrieben wird, ist charakteristisch für die meisten Anwendungen in Industrie- und Schiffsgetriebenen. Dieser vorliegende Teil der ISO 14635 bezieht sich auf die relative Fresstragfähigkeit von hoch EP-legierten Schmierölen, wie sie für die Schmierung von Antriebskomponenten für Kraftfahrzeuggetriebe verwendet werden. Andere FZG-Prüfverfahren für die Ermittlung des Langsamlauf-Verschleißes, der Grauflecken- und Grübchentrugfähigkeit von Zahnradern befinden sich in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstand. Sie werden eventuell später ISO 14635 als weitere Teile zugefügt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 14635 beschreibt ein Prüfverfahren, das auf einer FZG¹⁾ Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine zur Ermittlung der relativen Fresstragfähigkeit von hochlegierten Schmierölen beruht, definiert durch den als Fressen bekannten Zahnflankenschaden. Dieses Prüfverfahren ist für die Beurteilung der Fresstragfähigkeit von Schmierölen für hochbelastete Zahnradgetriebe geeignet, die typischerweise in vielen Fahrzeugen und einigen stationären Anwendungen angetroffen werden. Das Prüfverfahren ist nicht geeignet zur Bestimmung der Fresstragfähigkeit von Schmierölen, die in hochbelasteten Hypoidgetrieben (Kegelradgetriebe mit Achsversetzung) verwendet werden. Für diesen Anwendungsfall stehen in der Industrie andere FZG-Prüfmethoden zur Verfügung.

ANMERKUNG Dieses Verfahren ist technisch gleichwertig mit CEC L-84-02.

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).

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

ISO 4287, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters*

ISO 4964, *Steel — Hardness conversions*

ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*

ISO 14635-1, *Gears — FZG test procedures — Part 1: FZG test method A/8,3/90 for relative scuffing load carrying capacity of oils*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Fressen

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

ANMERKUNG Fressen tritt überwiegend bei hohen Gleitgeschwindigkeiten auf. Es kann auch bei geringen Gleitgeschwindigkeiten auftreten, wenn die Flankenpressung sehr hoch ist oder aufgrund von rauen Zahnflankenoberflächen und örtlicher Überlast.

1) FZG = Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau, Technische Universität München (Gear Research)Centre, Technical University, Munich), , Boltzmannstr. 15, D-85748 Garching

3.2

Fresstragfähigkeit

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

ANMERKUNG Die Schadenskraftstufe ist die kleinste Kraftstufe, in der die in Abschnitt 4 angegebenen Schadenskriterien erreicht werden. Siehe Tabelle 1.

3.3

FZG-Prüfbedingung A10/16,6R/120

Prüfbedingung, bei der A10 die besondere Zahnform der Prüfzahnräder nach Tabelle 2 und Tabelle 3 ist; 16,6 die Umfangsgeschwindigkeit am Wälzkreis in m/s; R der Rückwärtslauf des Prüfstandes (Rad treibt Ritzel) und 120 die Anfangstemperatur in °C im Ölsumpf ab Kraftstufe 4 und höher

3.4

Schadenskraftstufe

Kraftstufe, bei der die Gesamtfläche der Schäden an allen 16 aktiven Zahnflanken des Ritzels 100 mm² überschreitet

ANMERKUNG Siehe Abschnitt 4 und Tabelle 1.

3.5

hoch EP-legiertes Schmieröl

Schmieröl mit chemischen Zusätzen, die geeignet sind, seine Fresstragfähigkeit zu verbessern

ANMERKUNG 1 EP = extreme pressure.

ANMERKUNG 2 Diese Schmieröle überschreiten typischerweise die Grenzen der FZG-Prüfung nach ISO 14635-1.

4 Schadenskriterium

Die Gefahr eines Fressschadens hängt ab von den Eigenschaften des Zahnradwerkstoffes, dem Schmierstoff, der Oberflächenrauheit der Zahnflanken, der Gleitgeschwindigkeit und der Belastung. Als Folge des Fressens können hohe dynamische Überlasten und Vibrationen auftreten, die zu weiteren Fressschäden, Grübchen oder Zahnbruch führen können.

Wegen der besonderen Zahnform und der definierten Prüfbelastungen ergibt sich ein typischer Störbereich am Zahnkopf des Ritzels und am Zahnfuß des gepaarten Rades (Schabemarken). Dieser Bereich erstreckt sich gewöhnlich etwa 1 mm in Profilrichtung und verläuft quer über die ganze Zahnbreite. Beispiele von Zahnflankenschäden, die bei dieser Prüfung auftreten können, sind in Anhang A gegeben. Der Effekt der Oberflächenschäden in diesen zwei Bereichen der Zahnflanke wird wie folgt beurteilt:

- a) Bei der visuellen Beurteilung von Fressschäden wird der oberste Bereich von 1 mm, nahe dem Ritzelzahnkopf, nicht in die Beurteilung einbezogen, solange sich keine Schäden unterhalb dieser Zone ausbreiten. Die zu beurteilende Schadensfläche wird dann als der gesamte Fressschadensbereich über alle 16 Ritzelzähne ausgedrückt (siehe Bild 1). Die Schadenskraftstufe ist dann erreicht, wenn die Gesamtfläche der Schäden an den 16 Ritzelzähnen 100 mm² überschreitet.
- b) Für eine gültige Prüfung muss das Rad nach jedem Durchgang einer Kraftstufe visuell auf Anzeichen von übermäßigem Verschleiß geprüft werden, da dieser das Ergebnis der Prüfung verändern könnte. Wenn starker Verschleiß im Bereich des Zahnfußes des Rades ersichtlich ist, ist das Zahnrad auf Milligramm (0,001 g) genau zu wiegen [siehe Anhang A, d]. Die Prüfung darf nur als gültig befunden werden, wenn der Masseverlust des Rades ≤ 20 mg beträgt. Falls der Masseverlust des Rades 20 mg überschreitet, ist die Prüfung als ungültig zu betrachten.

Siehe Tabelle 1.