

Prüfung von Schmierstoffen  
**FZG-Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine**  
 Prüfverfahren A/8,3/90 für Schmieröle

**DIN**  
**51 354**  
 Teil 2

Testing of lubricants; FZG gear test rig; Method A/8,3/90 for lubricating oils

Essais des lubrifiants; Machine d'essai à roues dentées, type FZG; Méthode A/8,3/90 pour des huiles de graissage

Ersatz für  
 Ausgabe 08.77  
 und mit  
 DIN 51 354 T 1/04.90  
 Ersatz für  
 DIN 51 354 T 1/08.77

Dieses Prüfverfahren ist technisch äquivalent mit dem Prüfverfahren CEC L-07-A-85 des CEC Co-Ordinating European Council bzw. Conseil Européen de Coordination, 61 New Cavendish Street, London.

### 1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt ein mechanisches Prüfverfahren für Schmieröle, vorwiegend von Schmierölen für Zahnradgetriebe ohne Achsversetzung.

### 2 Zweck

Die Prüfung von Schmierölen bei stufenweise gesteigerter Belastung in der FZG-Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine nach DIN 51 354 Teil 1 dient zur Ermittlung der Freßtragfähigkeit der Schmieröle, gekennzeichnet durch Auftreten von Riefen und Fressern.

### 3 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Im Tauchschmierungsverfahren laufen in dem zu prüfenden Schmieröl definierte Zahnräder bei konstanter Drehzahl und festgelegter Anfangs-Öltemperatur. Die Belastung der Zahnflanken wird stufenweise gesteigert. Vor Einstellung der Belastung für die Kraftstufe 5 und jede weitere Kraftstufe wird die Veränderung der Zahnflanken durch Beschreibung festgehalten. Dies gilt auch nach Abschluß der Prüfung nach Kraftstufe 12.

### 4 Bezeichnung

Bezeichnung des Verfahrens zur Prüfung nach dieser Norm (02) von Schmierölen in der FZG-Zahnrad-Verspan-

nungs-Prüfmaschine mit Prüfradpaaren A (A) und einer Umfangsgeschwindigkeit am Wälzkreis von 8,3 m/s (8,3) bei einer erforderlichen Anfangstemperatur von  $(90_{-3})^{\circ}\text{C}$  im Ölsumpf (90) bei visueller Beurteilung:

Prüfung DIN 51 354 - 02 - A/8,3/90

### 5 Geräte

#### 5.1 FZG-Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine nach DIN 51 354 Teil 1

Der Antrieb erfolgt mit einem Elektromotor von mindestens 5,5 kW Leistung bei einer Drehzahl von  $1440 \text{ min}^{-1}$ .

#### 5.2 Prüfzahnräder

Die Prüfzahnradpaare der Verzahnung A werden entsprechend der Zahnform nach Bild 1 und den Angaben in den Tabellen 1 und 2 ausgeführt<sup>1)</sup>. Von jedem Prüfzahnradpaar können beide Zahnflanken als Lastflanken verwendet werden. Für Schiedsuntersuchungen darf ein Prüfzahnradpaar nur einmal verwendet werden.

Anmerkung: Die Zahnform A weist eine stark einseitige Profilverschiebung auf; sie ergibt große Gleitgeschwindigkeiten und ist damit sehr freßempfindlich. Das Einhalten der in den Tabellen 1 und 2 gemachten Angaben ist wesentlich für die Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse.

#### 5.3 Temperaturmeßgerät

Schaltthermometer, z. B. Fernthermometer, das die Heizung im Prüfgetriebekasten bei  $(90_{-3})^{\circ}\text{C}$  ein- bzw. ausschaltet.

1) Über Bezugsquellen gibt Auskunft: DIN-Bezugsquellen für normgerechte Erzeugnisse im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Burggrafenstraße 6, 1000 Berlin 30.

Fortsetzung Seite 2 bis 10

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.  
 Fachausschuß Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

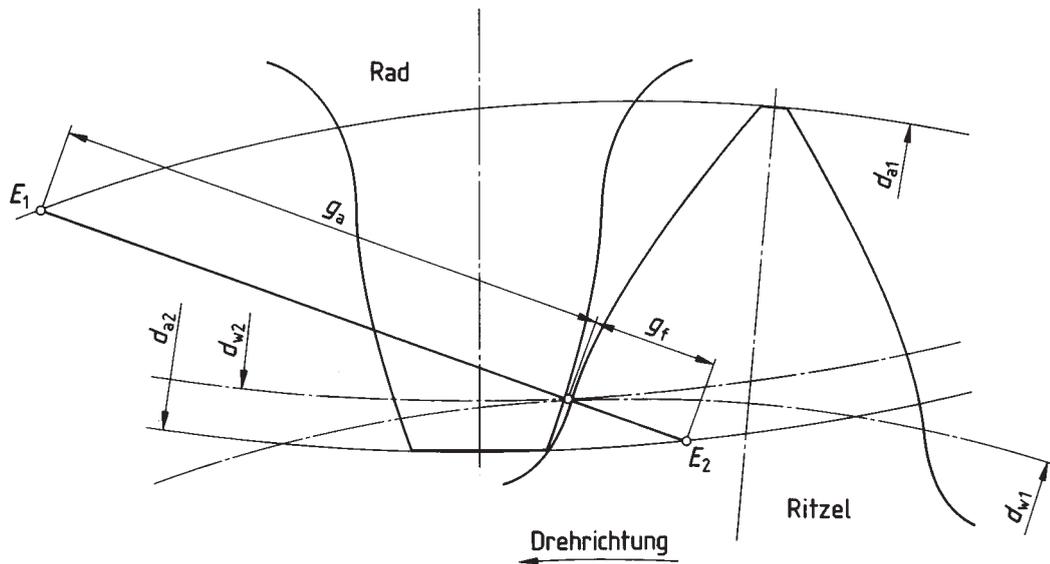


Bild 1. Zahnformen des Prüfzahnradpaares A; Verzahnungsdaten siehe Tabelle 1

Tabelle 1. Verzahnungsdaten des Prüfzahnradpaares A (siehe auch Bild 1)

Größe		Formelzeichen	Zahlenwert	Einheit
Achsabstand		$a$	91,5	mm
Wirksame Zahnbreite		$b$	20	mm
Wälzkreisdurchmesser	Ritzel Rad	$d_{w1}$ $d_{w2}$	73,2 109,8	mm mm
Kopfkreisdurchmesser	Ritzel Rad	$d_{a1}$ $d_{a2}$	88,77 112,5	mm mm
Modul		$m$	4,5	mm
Zähnezahl	Ritzel Rad	$z_1$ $z_2$	16 24	
Profilverschiebungsfaktor	Ritzel Rad	$x_1$ $x_2$	0,8532 - 0,5	
Eingriffswinkel		$\alpha$ $\alpha_w$	20 22,5	Grad Grad
Umfangsgeschwindigkeit am Wälzkreis		$v_w$	$0,00383 n_1$ <sup>1)</sup>	m/s
Kopfeingriffsstrecke	Ritzel Rad	$g_a$ $g_f$	14,7 3,3	mm mm
Gleitgeschwindigkeit am Zahnkopf	Ritzel Rad	$v_{ga1}$ $v_{ga2}$	$0,67 \cdot v_w$ $0,15 \cdot v_w$	m/s m/s
Hertzsche Pressung am Wälzkreis		$\sigma_H$	$14,7 \cdot \sqrt{F_n}$ <sup>2)</sup>	N/mm <sup>2</sup>
<sup>1)</sup> $n_1$ bedeutet die Ritzeldrehzahl in $\text{min}^{-1}$				
<sup>2)</sup> $F$ bedeutet die Zahnnormalkraft in N				

Tabelle 2. Ausführung der Prüfzahnradpaare

Werkstoff	20 MnCr5 nach DIN 17 210, jedoch mit eingengter Härbarkeit auf $\frac{2}{3}$ des unteren Streubandes. Die negativ korrigierten Räder ( $z_2 = 24$ ) sind aus Gründen der höheren Festigkeit im Gesenk zu schmieden. Die Ritzel können von der gewalzten Stange gefertigt werden.
Wärmebehandlung	Die Prüfzahnäder werden einsatzgehärtet. Die Einsatzhärtungstiefe $E_{ht}$ (550 HV 1) muß 0,6 bis 0,8 mm betragen. Eine Überkohlung ist zu vermeiden. Durch Doppelhärtung ist Restaustenit abzubauen. Zur Erhöhung der Zahnfußfestigkeit wird das Rad ( $z_2 = 24$ ) nach dem Härten und vor dem Schleifen im Zahnfuß kugelgestrahlt. Härte auf der Oberfläche nach dem Anlassen: 60 bis 62 HRC. Kernfestigkeit in Zahnfußmitte: 1000 bis 1250 N/mm <sup>2</sup> (nach DIN 50 150 aus HB ermittelt).
Verzahnungsqualität	Verzahnungsqualität 5 nach DIN 3962 Teil 1
Mittenrauhwert $R_a$ der Zahnflanken	(gesondert bestimmt für Rechts- und Linksflanke, gemessen an 3 Flanken je Rad in Flankenlinienrichtung auf halber Zahnhöhe, Messung nach DIN 4768 Teil 1: $l_t = 4,8$ mm; $\lambda_c = 0,8$ mm; $v_t = 0,5$ mm/s, Kufentastsystem) Mittlere Rauheit (bezogen auf 100 Radpaare): Ritzel: $R_a = 0,35 \pm 0,1$ $\mu$ m Rad: $R_a = 0,30 \pm 0,1$ $\mu$ m Maximale Rauheit (Mittelwert aus 3 Messungen, wie oben beschrieben): $r_a \leq 0,50$ $\mu$ m (gültig für 95 von 100 Rädern)
Schliff	Maag-Kreuzschliff
Zahnkorrektur	Ohne Kopf- und Fußrücknahme, ohne Längsballigkeit

## 6 Vorbereitung

### 6.1 Vorbereitung der FZG-Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine

Vor Beginn des Prüflaufes ist der Prüftriebekasten mit einem geeigneten Lösemittel, z. B. Testbenzin, zu reinigen.

### 6.2 Vorbereitung und Einbau des Prüfradpaares

6.2.1 Die Prüfzahnäder sind mit einem geeigneten Lösemittel, z. B. Testbenzin, zu waschen. Werden Beschädigungen oder Korrosionen an den Zahnflanken festgestellt, sind die Räder unbrauchbar.

6.2.2 Das Ritzel ist auf Welle 1, das Rad auf Welle 2 einzubauen (siehe DIN 51 354 Teil 1).

Anmerkung: Zur Montage werden die Räder zweckmäßigerweise auf 100 °C erwärmt. Für einen eventuellen erneuten Einbau ist sicherzustellen, daß die gleichen Zähne aufeinander kämmen. Dies kann z. B. durch Markierungen entsprechend Bild 2 erreicht werden.

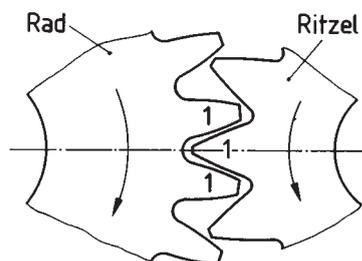


Bild 2. Markierung und Einbau der Prüfräder

### 6.3 Prüfbedingungen

Die Prüfbedingungen sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Die Kraftstufen sind nach Tabelle 4 einzustellen. Die Prüfzahnäder laufen mit einer Umfangsgeschwindigkeit am Wälzkreis von 8,3 m/s. Die ab Kraftstufe 4 mindestens erforderliche Temperatur von  $(90_{-3}^0)$  °C im Ölsumpf wird durch eine regelbare Heizung erzielt. Eine obere Temperaturbegrenzung ist nicht vorgesehen.

Anmerkung: In den oberen Kraftstufen erreichen die Temperaturen erfahrungsgemäß Werte, die um 140 °C liegen.

Tabelle 3. Prüfbedingungen

Gesamtumdrehungen des Motors je Kraftstufe	21 700
Ritzeldrehzahl $n_1$	etwa 2170 min <sup>-1</sup>
Motordrehzahl bzw. Raddrehzahl $n_2$	etwa 1440 min <sup>-1</sup>
Treibendes Prüfrad	Ritzel
Schmierung	Tauchschmierung
Öltemperatur ab Kraftstufe 4 bei Beginn des Prüflaufes jeder Kraftstufe	$(90_{-3}^0)$ °C
Volumen des eingefüllten Öles bis zur Wellenmitte	etwa 1,25 l
Laufdauer je Kraftstufe	etwa 15 min