



---

## Nachweis der Wirksamkeit von HIT-FLON®

### Inhalt

1. Einleitung
2. Nachweis der Beschichtung mittels der Rasterelektronenmikroskopie
3. Nachweis der PTFE-Schicht mittels mikroanalytischer Bestimmung von Fluor
4. Nachweis der Verschleißminderung mittels der Radioisotopenmethode
5. Zusammenfassung
6. Anhang: Benutzte Untersuchungsmethoden



## 1. Einleitung

Der von der Firma Huth Industrie Technik angebotene Ölzusatz HIT-FLON® ist ein Polytetrafluoräthylen (PTFE)-Zusatz.

Durch eine entsprechende Zugabemenge zum Motoröl soll sich in den ersten Motorbetriebsstunden eine Beschichtung der vom Motoröl erreichten Metalloberflächen ergeben, die unter anderem zu einer Motorverschleißminderung führen kann.

Aufgabe dieser Untersuchungen war, den Nachweis der Beschichtung und den der Verschleißminderung zu erbringen.

## 2. Nachweis der Beschichtung mittels der Rasterelektronenmikroskopie

Die Wirkungsweise von HIT-FLON® soll in einer Beschichtung mit PTFE der vom Motoröl erreichten Metalloberflächen liegen.

Mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie ist es möglich, diesen Nachweis zu erbringen. Bei dieser Elektronenmikroskopie wird die zu untersuchende Metallprobe mit Elektronen bestrahlt. Die reflektierten Elektronen geben auf einem Leuchtschirm oder auf Filmmaterial ein Abbild der Metalloberflächen wieder. Bei einer Beschichtung mit einer organischen Substanz wie z.B. PTFE wird die Metalloberfläche nichtleitend. Dadurch wird die Elektronenreflexion erschwert, scharfe Konturen werden verwischt. Diese Unschärfe ist ein Hinweis auf einen Filmüberzug mit organischem Material.



## 2.1. Versuchsbedingungen

Zur Bewertung der beschichteten Metalloberfläche wurde die Zylinderlauffläche eines Vollmotors herangezogen. Verglichen werden die Zylinder eines Motors, der einmal ohne und einmal mit dem Ölzusatz HIT-FLON® auf einem Prüfstand gelaufen ist.

Betriebsdaten:

Motor:	Renault 800 S 5	Ansaugtemperatur:	40 °C
Hubraum:	850 cm <sup>3</sup>	Öltemperatur:	80...90 °C
Drehzahl:	3000 1/min	Wassertemperatur:	80 °C
Leistung:	15 kW		
Kühlung:	Wasser		

Motoröl: Markenöl HD 15W40

Laufzeit des Motors ohne Ölzusatz: 8 Std.

Laufzeit des Motors mit Ölzusatz: 8 Std.

Die Zylinderlaufbüchsen wurden nach der jeweiligen Laufzeit ausgebaut und je eine Untersuchungsprobe von ca. 1 cm<sup>2</sup> Oberfläche aus dem Zylinder ausgefräst. Die Probenstücke wurden in der Nähe des oberen Kolbenringumkehrpunktes den Laufbüchsen entnommen und im Rasterelektronenmikroskop untersucht.

## 2.2. Versuchsergebnisse

Bild 1 zeigt die Zylinderlaufflächenstruktur der Probe ohne HIT-FLON® bei 500-facher Vergrößerung. Bild 2 gibt einen Ausschnitt von Bild 1 in 2000-facher Vergrößerung wieder.

Bild 3 und 4 geben die entsprechenden Zylinderoberflächenstrukturen der Probe mit HIT-FLON® bei der Vergrößerung 500 bzw. 2000 wieder.

Die beschichtete Probe ist durch diffuse Riefen und unscharfe Kanten ausgeprägt. Der Nachweis einer Beschichtung durch eine organische Substanz ist damit erbracht.

## 3. Nachweis der PTFE-Schicht mittels mikroanalytischer Bestimmung von Fluor

Der Nachweis, dass es sich bei der organischen Substanz um eine PTFE-Schicht handelt, kann durch einen Fluor-Nachweis erbracht werden. Polytetrafluoräthylen enthält als charakteristisches Element Fluor.

Der Elektronenstrahl des Rasterelektronenmikroskops regt die sich in der Zylinderoberfläche befindlichen Elemente zur Aussendung einer charakteristischen Röntgenstrahlung an.

Die Diagramme zeigen einen Ausschnitt des gesamten Spektrums im Wellenlängengebiet des Elements Fluor.

Diagramm 1 gibt das Spektrum ohne HIT-FLON®, Diagramm 2 das mit HIT-FLON® wieder. Die Fluorlinie bei 2,86 Å ist im Diagramm 2 deutlich zu erkennen. Sie fehlt im Diagramm 1 völlig.

Der Fluornachweis ist damit erbracht.



#### **4. Nachweis der Verschleißminderung mittels der Radioisotopenmethode**

Durch die PTFE-Beschichtung der Reibungsflächen in einem Motor ist bei Zugabe von HIT-FLON® eine verschleißmindernde Wirkung zu erwarten.

Für diesen Test wurde die Radioisotopenmethode herangezogen. Auf eine Kolbenringauflfläche wird eine radioaktive Eisenschicht von 10 µm Dicke galvanisch niedergeschlagen. Dieser radioaktive Kolbenring wird in einen Vollmotor eingebaut. Nach 5 Std. Betriebsdauer auf einem Motorprüfstand wird in den laufenden Motor der Ölzusatz HIT-FLON® zugegeben. Der Motor läuft weitere 9 Std. unter den gleichen Betriebsbedingungen. Die radioaktive Strahlung wird außerhalb des Motorblocks gemessen. Die zeitliche Veränderung der Strahlungsintensität – Verschleißrate wird als Funktion der Motorbetriebszeit laufend aufgezeichnet.

Ein Vergleich der Verschleißraten ohne und mit Additive führt zu einer eindeutigen Aussage über die Wirksamkeit des Ölzusatzes.

Die Motorbetriebsdaten entsprechen denen im Abschnitt 2.1.

Die Versuchsergebnisse sind in den Diagrammen 3 und 4 dargestellt. Die verschleißmindernde Wirkung ist ab der 2. Stunde nach Zugabe von HIT-FLON® bis zum Versuchsende nachgewiesen.

Die Verschleißminderung betrug 54% an der Kolbenringauflfläche.



## 5. Zusammenfassung

Die Wirksamkeit von HIT-FLON® beruht auf einer Beschichtung mit Polytetrafluoräthylen der vom Motoröl erreichten Metalloberflächen. Die Beschichtung konnte durch rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen bestätigt werden. Eine mikroanalytische Auswertung beweist den Fluorgehalt des Schichtmaterials.

Als Ergebnis der Beschichtung wird eine verschleißmindernde Wirkung des Ölzusatzes festgestellt. In einem Vollmotorentest wurde mit Hilfe der Radioisotopenmethode eine Verschleißminderung von 54% an einer Kolbenringlauffläche nachgewiesen.

Ulm den 15.6.82

i.A. *Schada*

Technischer Beratungsdienst ,  
der Fachhochschule Ulm

Die rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen und die mikroanalytische Auswertung sind am Institut für Rasterelektronenmikroskopie in München durchgeführt worden.

Die gesamte Versuchsdurchführung und die Verschleißmessungen am Vollmotor lag in Händen des Technischen Beratungsdienstes der Fachhochschule Ulm.

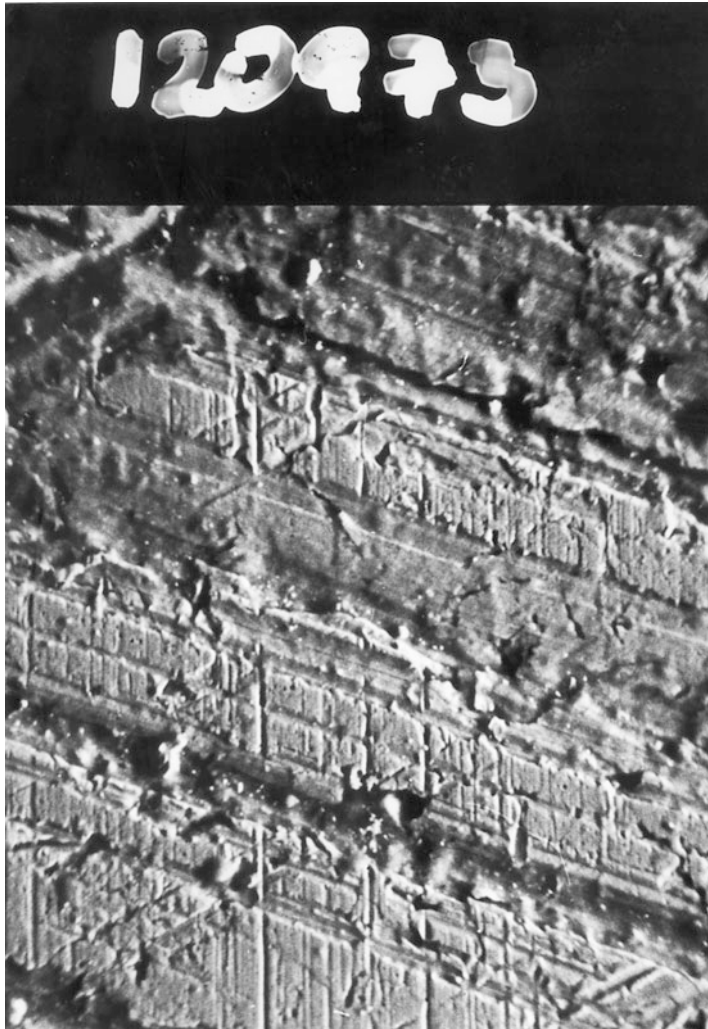


Bild 1

Zylinderlaufflächenstruktur  
ohne Ölzusatz nach 8 Std.  
Motorlaufzeit,  
500-fache Vergrößerung  
(Aufnahme: Institut für  
Rasterelektronenmikroskopie  
München)

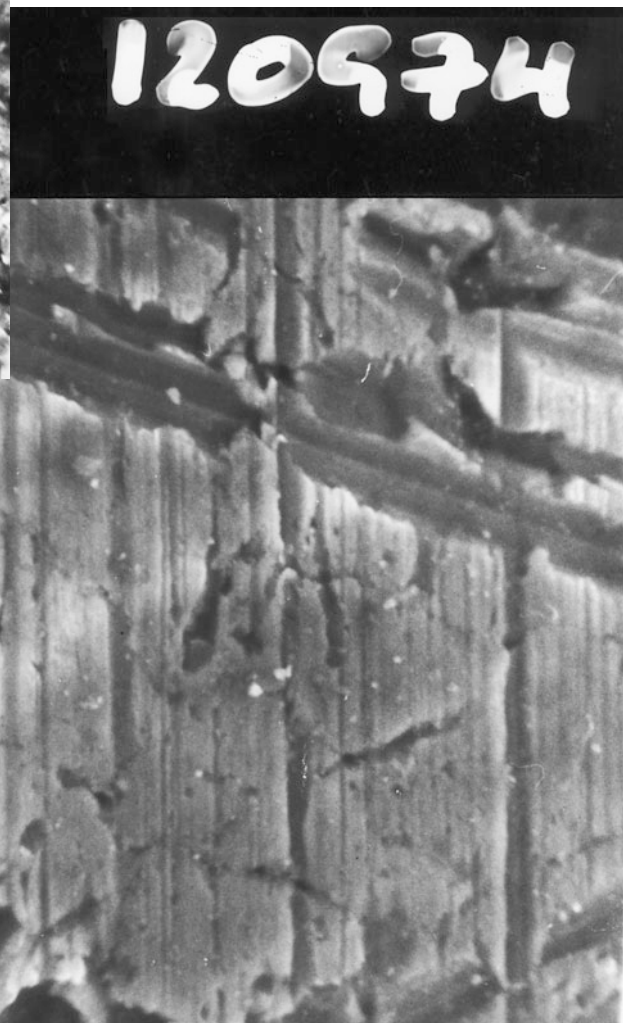


Bild 2

Ausschnitt von Bild 1,  
2000-fache Vergrößerung

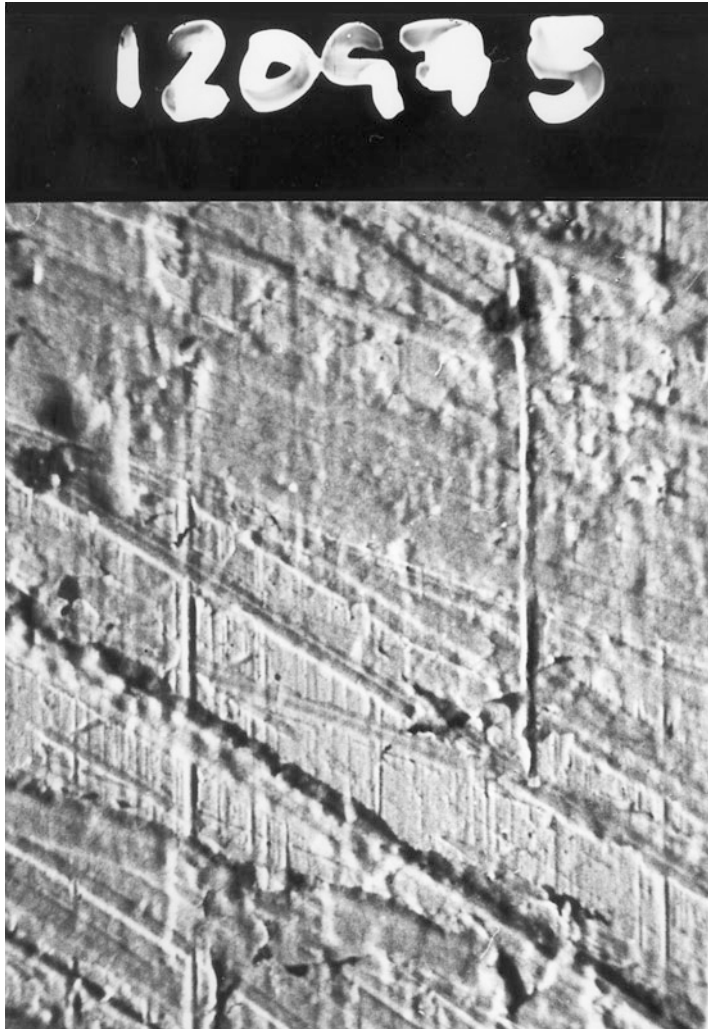


Bild 3

Zylinderlaufflächenstruktur  
mit HIT-FLON® nach 8 Std.  
Motorlaufzeit,  
500-fache Vergrößerung  
(Aufnahme: Institut für  
Rasterelektronenmikroskopie  
München)

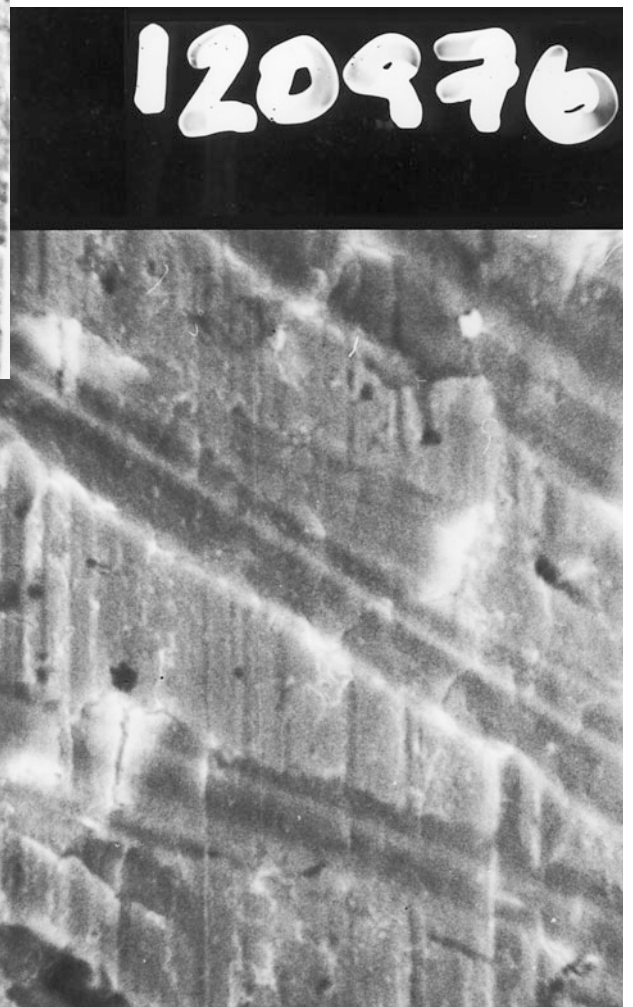


Bild 4

Ausschnitt von Bild 3,  
2000-fache Vergrößerung

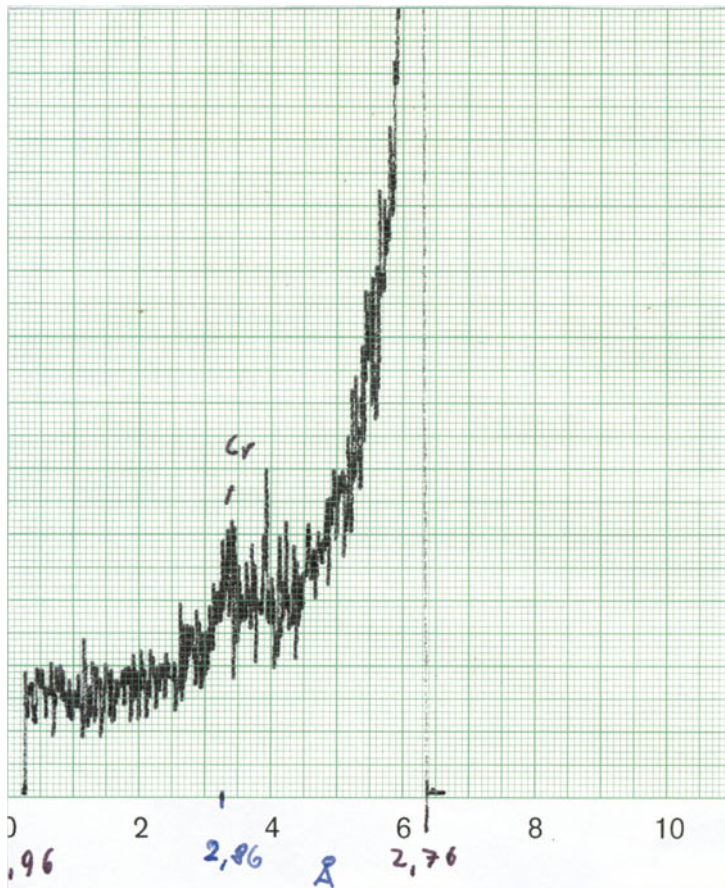


Diagramm 1  
Mikroanalytische Auswertung  
des Zylinderlaufflächenmaterials  
ohne Ölzusatz,  
kein Fluornachweis

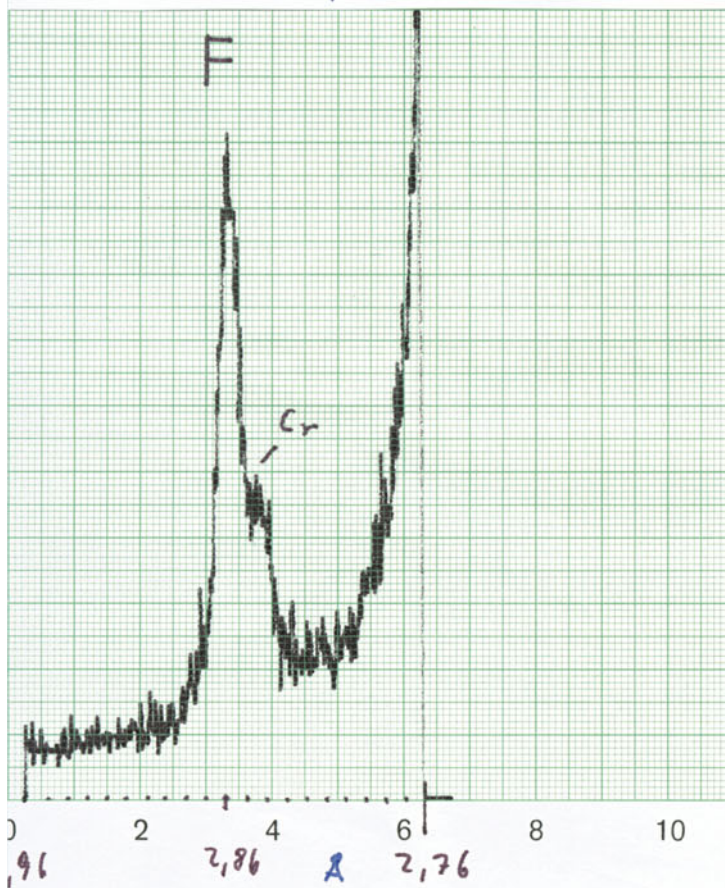


Diagramm 2  
Mikroanalytische Auswertung  
des Zylinderlaufflächenmaterials  
mit HIT-FLON®,  
Fluornachweis

