



Fraunhofer Technologie-
Entwicklungsgruppe

Prüfbericht

REWITEC GmbH
Cranachstraße 7

D-35578 Wetzlar

Zum Projekt:

Validationsuntersuchung des RVS-Technologie[®]-Gel

Dezember 2003

bearbeitet von:

Dipl.-Ing. Markus Haid



1 Inhaltsverzeichnis

1	INHALTSVERZEICHNIS	2
2	ZUSAMMENFASSUNG	3
	AUSGANGSSITUATION	3
	PROJEKTZIEL	3
	ZUSAMMENFASSUNG	3
3	DURCHFÜHRUNG	4
	VORUNTERSUCHUNG	4
	BEHANDLUNG.....	4
	TESTFAHRT.....	4
	POSTALE UNTERSUCHUNG	5
	MOTORENLAUF OHNE ÖL	5
	OPTISCHE VERMESSUNG DURCH ABDRUCK.....	5
	KOMPRESSIONSTEST EINES WEITEREN TESTFAHRZEUGES.....	5
4	MESSERGEBNISSE VOR DER BEHANDLUNG	6
4.1	KOMPRESSIIONSMESSUNG	6
4.1.1	<i>Allgemeine Angaben zum Fahrzeug</i>	6
4.1.2	<i>Messergebnisse vor der Behandlung</i>	8
4.2	MESSERGEBNISSE OBERFLÄCHENUNTERSUCHUNG VOR DER BEHANDLUNG.....	9
5	MESSERGEBNISSE NACH DER BEHANDLUNG MIT DEM RVS-TECHNOLOGIE®-GEL	12
5.1	KOMPRESSIIONSMESSUNG	12
5.1.1	<i>Allgemeine Angaben zum Fahrzeug</i>	12
5.1.2	<i>Messergebnisse nach der Behandlung</i>	13
5.2	MESSERGEBNISSE OBERFLÄCHENUNTERSUCHUNG NACH DER BEHANDLUNG	14
5.3	FAHREN OHNE ÖL.....	16
6	ZUSÄTZLICHE MESSDATEN	17
6.1	OPTISCHE VERMESSUNG DURCH ABDRUCK.....	17
6.2	KOMPRESSIONSTEST EINES WEITEREN TESTFAHRZEUGES.....	18
7	ZUSAMMENFASSUNG	19



2 Zusammenfassung

Ausgangssituation

Die Fa. REWITEC GmbH ist Exklusiv-Distributor des patentierten RVS-Technologie®-Gel für Deutschland. Das RVS-Technologie®-Gel kann zur Revitalisierung von Benzinmotoren verwendet werden. Revitalisierung bedeutet in diesem Zusammenhang eine Materialveränderung der behandelten Teile.

Projektziel

Das Projektziel der vorliegenden Studie war die Überprüfung der Funktionsweise des RVS-Technologie®-Gels an einem Testfahrzeug. Die Funktionsweise des RVS-Technologie®-Gels der Fa. REWITEC GmbH besteht darin, dass bei der Revitalisierung auf den Reibungsflächen der behandelten Teile eine keramische Schicht auf dem Kristallgitter der Metalloberfläche gebildet wird.

Zusammenfassung

Die Fa. REWITEC GmbH hat die Fraunhofer Technologie Entwicklungsgruppe (TEG) beauftragt die Funktionsweise des RVS-Technologie®-Gels zu überprüfen. Dabei wurde ein Testfahrzeug, welches in Absprache mit der Fa. REWITEC GmbH ausgesucht wurde, von der Fa. REWITEC GmbH mit dem RVS-Technologie®-Gel behandelt. Anschließend wurden die Veränderungen am Fahrzeug durch die Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel untersucht. Grundlage der Untersuchungen waren Motortests und Oberflächenuntersuchungen des Motorblocks, die vor und nach der Behandlung durchgeführt wurden. Die Behandlung des Testfahrzeuges mit dem RVS-Technologie®-Gel wurde durch Fachpersonal der Fa. REWITEC GmbH unter Aufsicht der Fraunhofer TEG sorgfältig und fachmännisch durchgeführt.

Die Vorgehensweise im Rahmen dieser Studie durch die Fraunhofer TEG basierte auf der Erfahrung einer Vielzahl von Projekten zur Entwicklung kundenspezifischer Lösungen im Bereich Produktentwicklung.

Durch strukturiertes und schrittweises Vorgehen inkl. einer Freigabe der Anforderungsliste durch die Fa. REWITEC GmbH wurde sichergestellt, dass die Fa. REWITEC GmbH zu jeder Zeit Einblick in den aktuellen Bearbeitungsstand hat.

3 Durchführung

Voruntersuchung

Im Rahmen der Voruntersuchungen wurde das Testfahrzeug aus einer Vielzahl möglicher Testfahrzeuge ausgesucht. Dieser Entscheidungsprozess erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber. Das Fahrzeug wurde in letzter Instanz von dem Auftraggeber ausgesucht.

In dieser Studie wurde eine Kompressionsmessungen beim TÜV Böblingen durchgeführt. Außerdem wurde eine Oberflächenuntersuchung des ausgebauten Motorblocks durchgeführt.

Diese Messdaten der Voruntersuchung bilden zusammen mit den Messergebnissen der später erfolgten postalen Untersuchung die Bewertungsgrundlage für die vorliegende Studie und Bewertung des RVS-Technologie®-Gels.

Im Rahmen der Vorstudie erfolgte die verkehrsrechtliche Zulassung des Testfahrzeugs durch den Auftraggeber.

Behandlung

Die Behandlung des Testfahrzeuges mit dem RVS-Technologie®-Gel wurde durch Fachpersonal der Fa. REWITEC GmbH durchgeführt.

Testfahrt

Nach der Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel wurde eine Testfahrt über 2000 km mit dem behandelten Testfahrzeug durchgeführt. Diese Fahrt wurde sorgfältig dokumentiert und fand unter Aufsicht der Fraunhofer TEG durch den Auftraggeber statt. Hierbei wurde sichergestellt, dass keine Veränderungen am Motor vorgenommen wurden.



Postale Untersuchung

Im Rahmen der postalischen Untersuchung wurde in diesem Teil der Studie erneut eine Kompressionsmessung beim TÜV Böblingen durchgeführt. Außerdem wurde erneut eine Oberflächenuntersuchung des ausgebauten und nun behandelten Motorblocks durchgeführt.

Diese Messdaten der postalischen Untersuchung dienen als Vergleichsmessung zu den Messergebnissen der vorher erfolgten Voruntersuchung.

Motorenlauf ohne Öl

In einer weiteren Untersuchung wurde das Leerlaufverhalten des Motors ohne Öl untersucht, um eine Aussage über die Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel machen zu können.

Optische Vermessung durch Abdruck

Zusätzlich zum beauftragten Volumen der Studie hat die Fraunhofer TEG eine weitere optische Vermessung angefertigt. Dabei wurden Abdrücke der einzelnen Zylinder mit dem Vinyl Polysiloxan PROVIL® novo der Fa. Heraeus Kulzer gemacht. Durch die Abdrücke im Rahmen der Voruntersuchung und der postalischen Untersuchung kann eine qualitative Aussage bezüglich der Oberflächenveränderung durch die Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel gemacht werden.

Kompressionstest eines weiteren Testfahrzeuges

Zusätzlich zum beauftragten Volumen der Studie hat die Fraunhofer TEG eine weitere Vermessung der Kompressionsveränderung an einem weiteren Fahrzeug durchgeführt. Außerhalb der eigentlichen Versuchreihe wurde das Kompressionsverhalten eines weiteren Testfahrzeuges (Ford Fiesta) untersucht.

4 Messergebnisse vor der Behandlung

4.1 Kompressionsmessung

4.1.1 Allgemeine Angaben zum Fahrzeug

Hersteller	Ford	Motorart	Fremdzündungsmotor
Fahrzeugtyp	Escort 1.4	Leistung	s. Messungen kW / min ⁻¹
Identnummer	WFOAXXGCAALS51024	Hubraum	1368 cm ³ (lt. Fz.-Schein)
Getriebe	M	Leergewicht	875 kg

Abb.4-1: Allgemeine Daten des Versuchsfahrzeug



Abb.4-2: Testfahrzeug Ford Escort, Baujahr 1990 (Fahrzeug links, Motor rechts)



Abb.4-3: Digitalaufnahme des Motorblock Ford Escort, vor der Behandlung (Erkennbar sind Hohnriefen der Zylinderflächen)

4.1.2 Messergebnisse vor der Behandlung

Messreihe 1: vor der Behandlung; Kilometerstand: 19.441 km, 54 KW

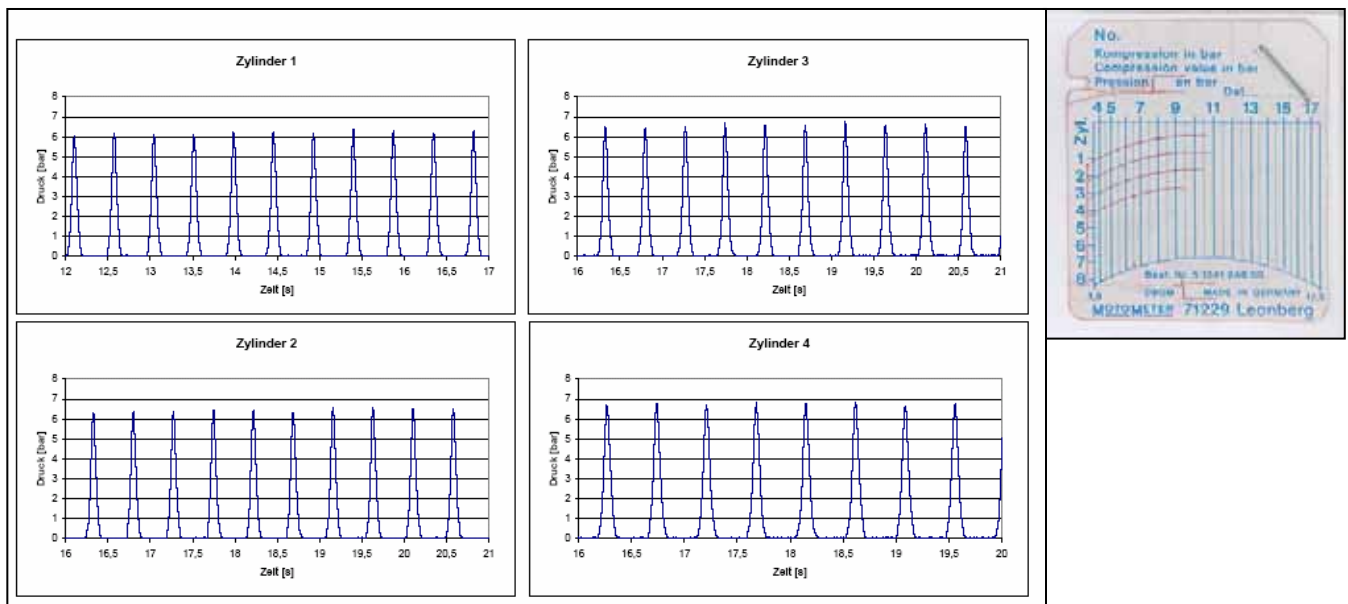


Abb.4-6: Messergebnisse der Kompressionsmessung ((Digitale Messergebnisse links, analoge Messung rechts oben)

Die Kompressionsmessung, vor der Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel bei einem Kilometerstand von 19.441 km, im Rahmen der Messungen beim TÜV Böblingen ergaben die Kompressionsverläufe in Abb. 4-6. Im Mittel liegen die Spitzenwerte im Bereich von 6,5 bar. Die unterschiede der Messdaten der beiden Messverfahren liegen in dem unterschiedlichen Messverfahren begründet. Um allerdings Verläufe zu erkennen sind bei Messverfahren probat.

4.2 Messergebnisse Oberflächenuntersuchung vor der Behandlung

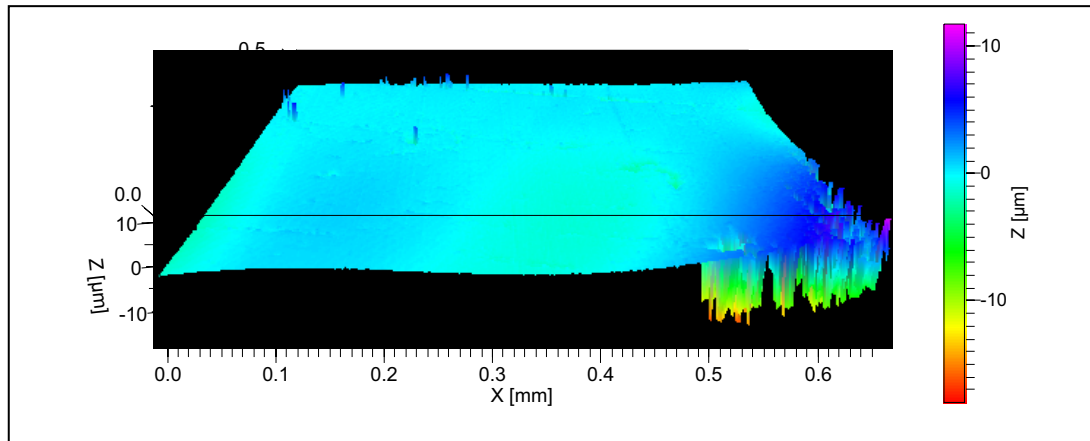


Abb.4-7: 3D-Aufnahme Zylinderwand Weißlichtinterferometer

Abbildung 4-7 zeigt die 3D-Darstellung eines Bereiches der Zylinderoberfläche als Ergebnis einer Weißlichtinterferometer-Aufnahme. Diese Aufnahme ist in Abbildung 4-8 und 4-9 jeweils als Draufsicht dargestellt. Einmal ohne künstliche Belichtung 4-8 und einmal mit künstlicher Belichtung 4-9.

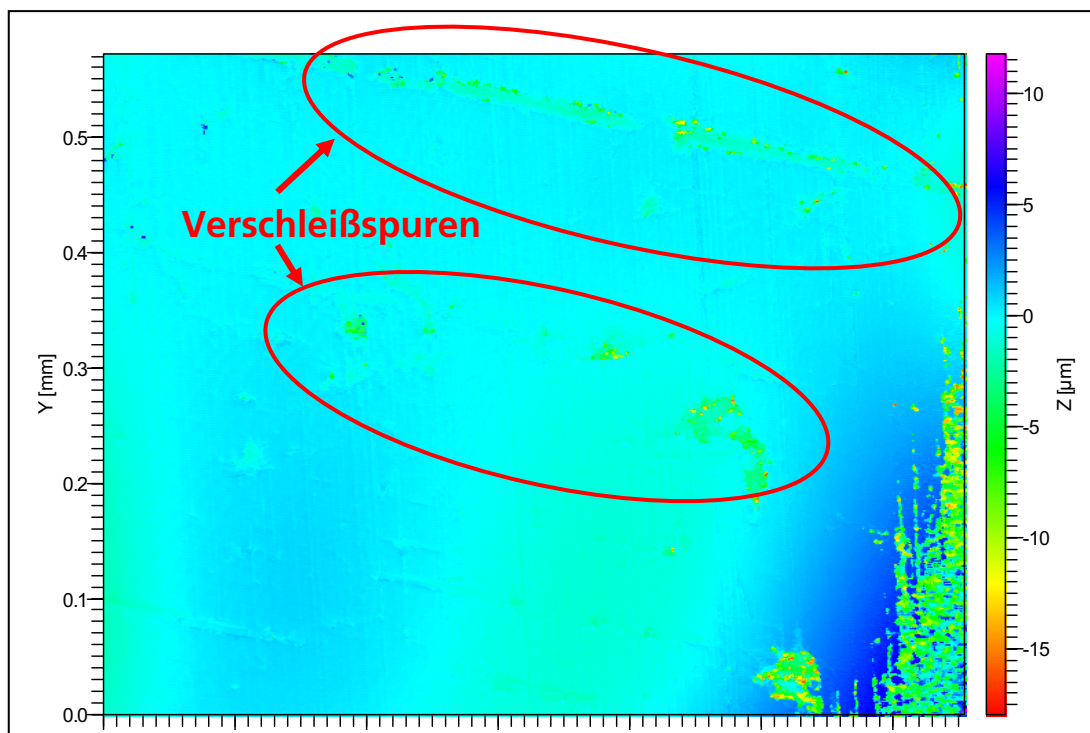


Abb.4-8: Aufnahme (Draufsicht) Zylinderwand Weißlichtinterferometer

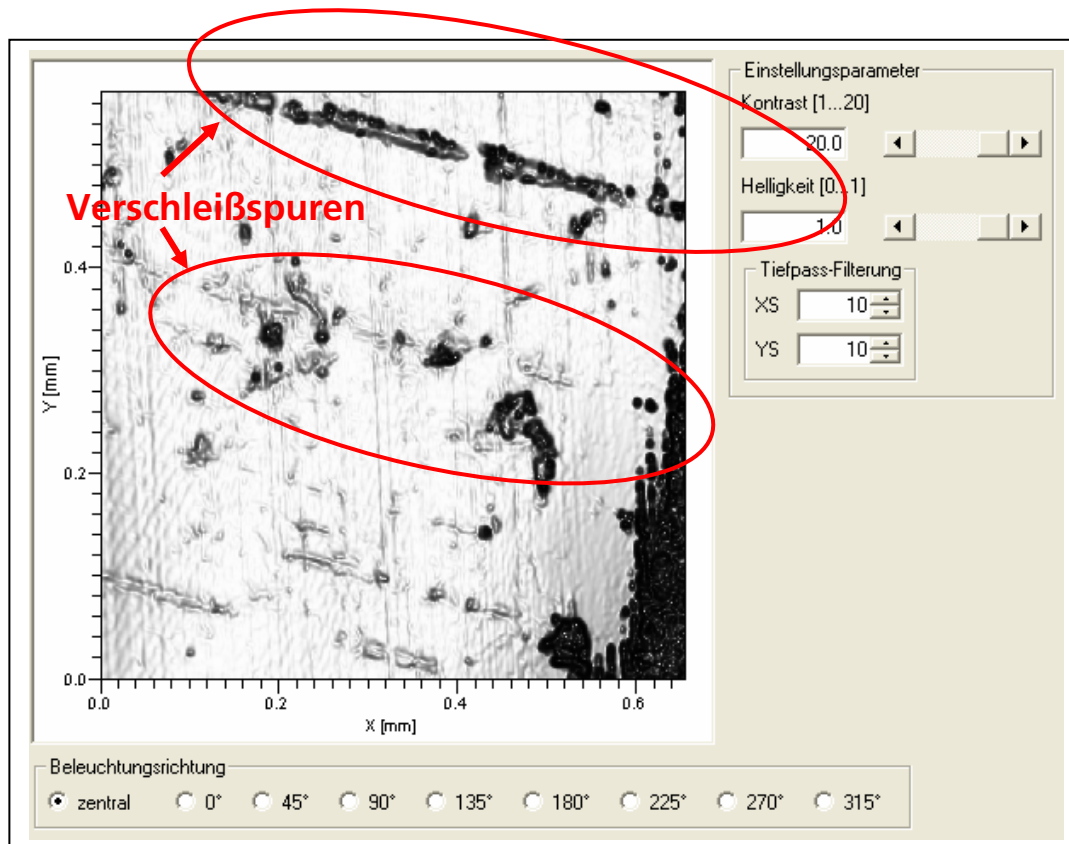


Abb.4-9: Aufnahme (Draufsicht) Zylinderwand Weißlichtinterferometer (künstlich beleuchtet)

Basierend auf der optischen Analyse der Zylinderoberfläche kann festgehalten werden, dass keine signifikanten Beschädigungen zu verzeichnen sind. Es handelt sich um eine glatte Zylinderwand mit wenigen Riefen in Achsrichtung. Die axialen Verschleißspuren befinden sich in einem vertretbaren Maß.

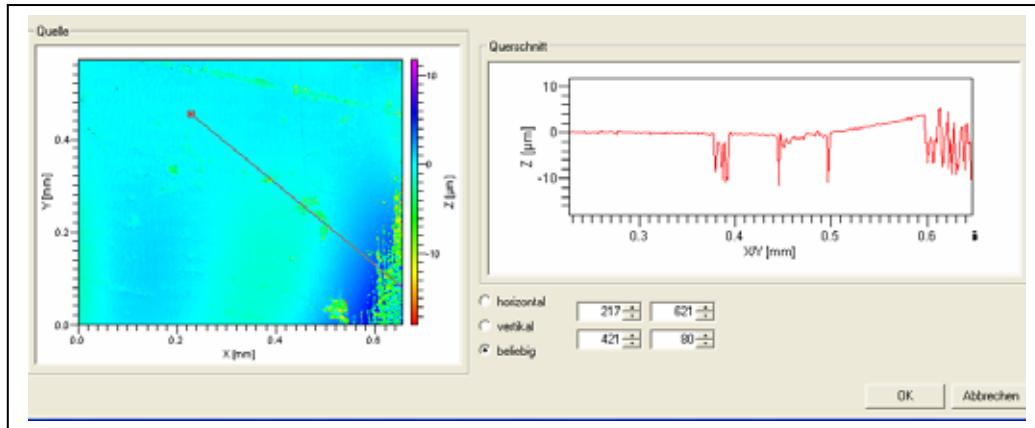


Abb.4-10: Aufnahme Querschnittsverlauf Weißlichtinterferometer

In Abbildung 4-10 bzw. 4-11 ist explizit ein Querschnittsverlauf dargestellt, der die Struktur und den Verlauf der Riefen quantifiziert. In diesem Querschnittsverlauf sind Vertiefungen bis zu $8\ \mu\text{m}$ vorhanden. Die Darstellungen über einem Bereich von etwa $8\ \mu\text{m}$ sind Messungenauigkeiten aufgrund des Auswerteverfahrens (Beugungseffekte) ($R_a=6,6 / R_z=0,83$).

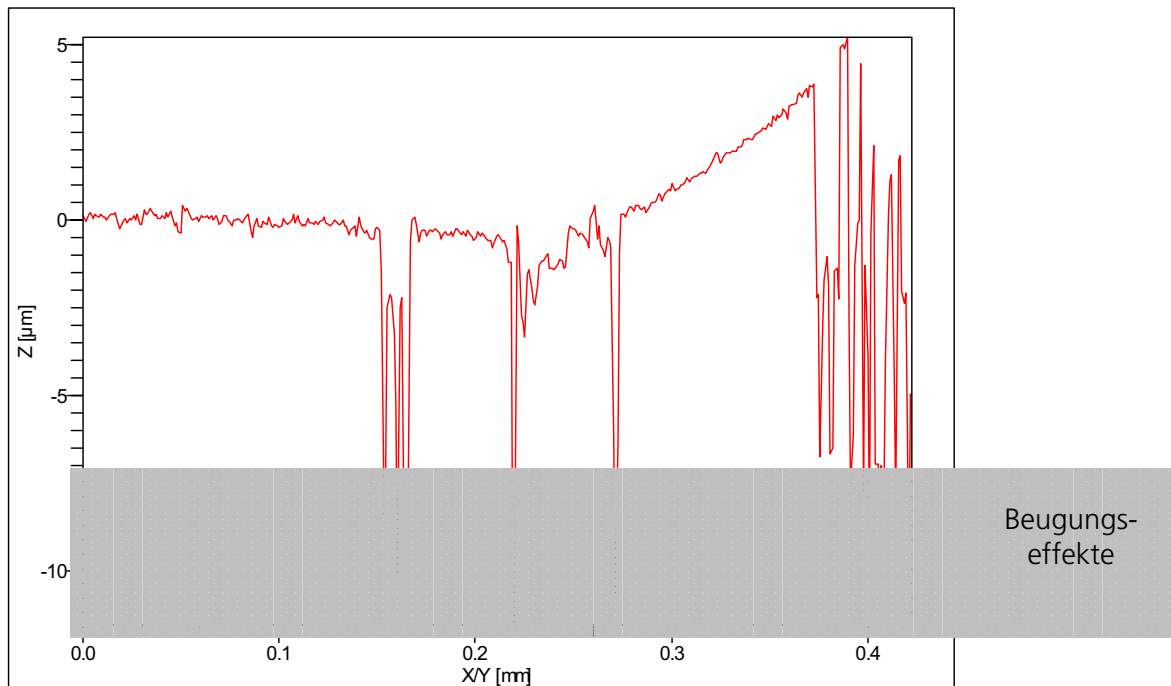


Abb.4-11: Aufnahme Querschnittsverlauf Weißlichtinterferometer (Zoom)

Die Messungen mit dem Weißlichtinterferometer wurden mit der ebenfalls durchgeführten taktilen Vermessung bestätigt.

5 Messergebnisse nach der Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel

5.1 Kompressionsmessung

5.1.1 Allgemeine Angaben zum Fahrzeug

Hersteller	Ford	Motorart	Fremdzündungsmotor
Fahrzeugtyp	Escort 1.4	Leistung	s. Messungen kW / min ⁻¹
Identnummer	WFOAXXGCAALS51024	Hubraum	1368 (lt. Fz.-Schein) cm ³
Getriebe	M	Leergewicht	875 kg

Abb.5-0: Allgemeine Daten des Versuchsfahrzeug



Abb.5-1: Digitalaufnahme des Motorblock Ford Escort,nach der Behandlung (Veränderung der Oberfläche ist durch Betrachtung bereits erkennbar)

5.1.2 Messergebnisse nach der Behandlung

Messreihe 2: nach der Behandlung und einem Dauerlauf von ca. 2.000 km, Kilometerstand: 21.623 km , 54 KW

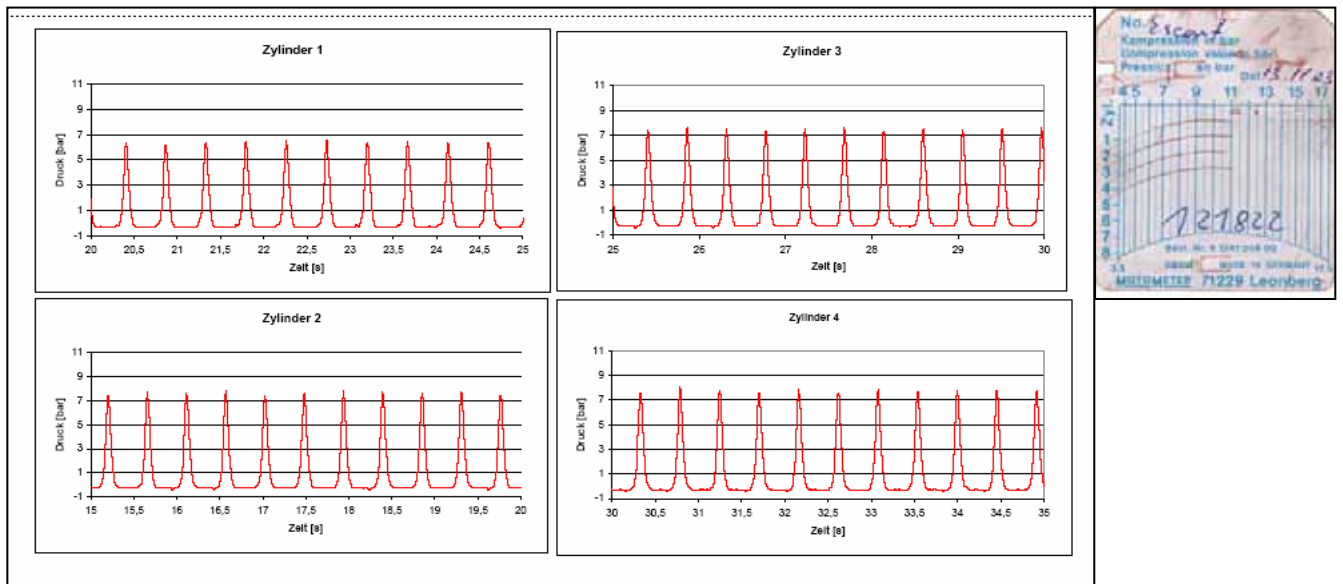


Abb.5-2: Messergebnisse der Kompressionsmessung

Die Kompressionsmessung ergab, nach der Behandlung mit dem RVS-Technologie[®]-Gel und anschließendem Dauerlauf bei einem Kilometerstand von 21.623 km, im Rahmen der Messungen beim TÜV Böblingen den in Abb. 5-2 dargestellten Verlauf. Im Mittel liegen die Spitzenwerte im Bereich von 7,3 bar. Es kann also eine deutliche Verbesserung der Kompressionswerte festgestellt werden. Prozentual kann eine Steigerung um ca. 12% angenommen werden. Dies bestätigt auch die analoge Messung. Die unterschiede der Messdaten der beiden Messverfahren liegen in dem unterschiedlichen Messverfahren begründet. Allerdings zeigen beide Vorher-Nachher-Vergleiche eine Verbesserung durch die Behandlung.

5.2 Messergebnisse Oberflächenuntersuchung nach der Behandlung

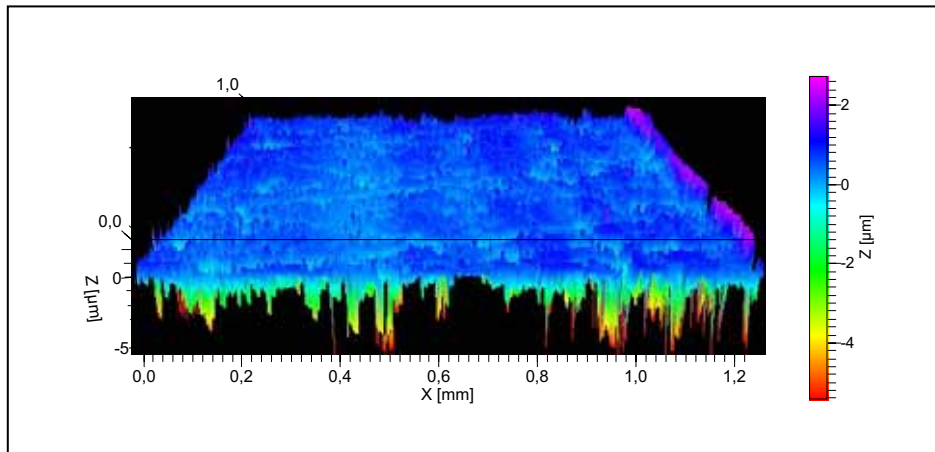


Abb.5-3: 3D-Aufnahme Zylinderwand Weißlichtinterferometer

Abbildung 5-3 zeigt die 3D-Darstellung eines Bereiches der Zylinderoberfläche als Ergebnis einer Weißlichtinterferometer-Aufnahme. Diese Aufnahme ist in Abbildung 5-4 als Draufsicht dargestellt.

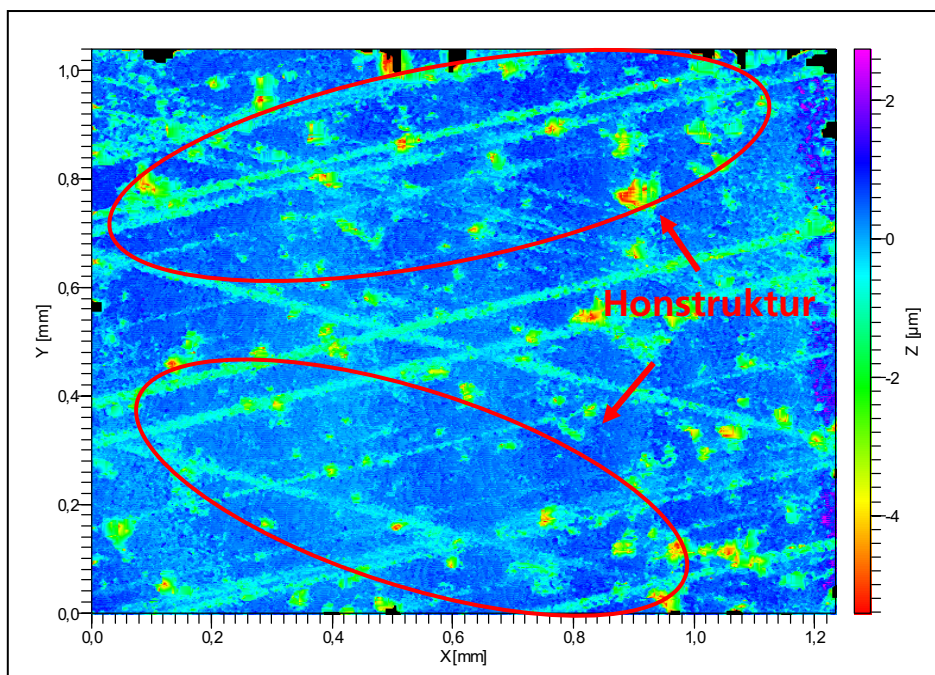


Abb.5-4: Aufnahme (Draufsicht) Zylinderwand Weißlichtinterferometer

Die Aufnahmen zeigen die Struktur der Zylinderoberfläche. Es kann dabei festgehalten werden, dass es sich bei der Oberfläche um eine typische Oberfläche mit Honstruktur handelt.

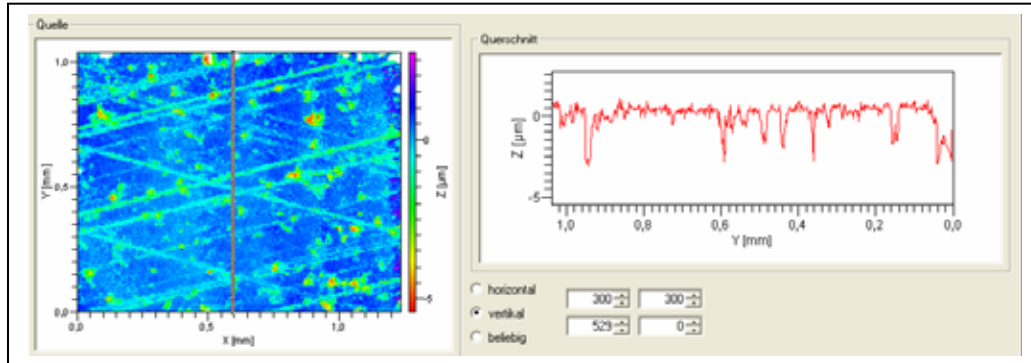


Abb.5-5: Aufnahme Querschnittsverlauf Weißlichtinterferometer

In Abbildung 5-5 ist explizit ein Querschnittsverlauf dargestellt, der die Struktur und den Verlauf der Riefen quantifiziert. In diesem Querschnittsverlauf sind Vertiefungen bis zu 2-3 μm vorhanden ($R_a=1,2$ / $R_z=0,12$).

Die Messungen mit dem Weißlichtinterferometer wurden mit der ebenfalls durchgeführten taktilen Vermessung bestätigt.

Aufgrund der Messergebnisse in Abbildung 5-4 im Vergleich zu Abbildung 4-8 kann eine Materialauftragung von 4-5 μm nachgewiesen werden. Dabei zeigt die Farbskala in Bild 4-8 die tiefsten Riefen im Bereich 8-9 μm und in Abbildung 5-4 die tiefsten Riefen im Bereich 3-4 μm . Die Differenz wurde durch die Behandlung mit dem RVS-Technologie[®]-Gel aufgetragen. Durch den veränderten Darstellungsmaßstab (die tiefste Stelle gibt die Skalierung vor) werden in der zweiten Messreihe auch die Honstrukturen sichtbar.

5.3 Fahren ohne Öl

Im Rahmen der Studie wurde der Lauf des Motors ohne Öl untersucht. Nach Abschluss der Analyse wurde das Motorenöl am Versuchsfahrzeug abgelassen.

Die Testdauer von einer Stunde konnte der Motor im Leerlauf ohne Öl betrieben werden.

Dabei wurde bei lastfreiem Standgasbetrieb über 1 Stunde ein ruhiger Motorlauf und eine konstante Temperatur festgestellt werden. Dieser Versuch bestätigt somit die metallkeramischen Beschichtung durch die Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel.

6 Zusätzliche Messdaten

6.1 Optische Vermessung durch Abdruck

Zusätzlich zum beauftragten Volumen der Studie hat die Fraunhofer TEG eine weitere optische Vermessung angefertigt. Dabei wurden Abdrücke der einzelnen Zylinder mit dem Vinyl Polysiloxan PROVIL[®]novo der Fa. Heraeus Kulzer gemacht. Durch die Abdrücke im Rahmen der Voruntersuchung und der postalischen Untersuchung kann eine qualitative Aussage bezüglich der Oberflächenveränderung durch die Behandlung mit dem RVS-Technologie[®]-Gel gemacht werden. Abbildungen 6-1 und 6-2 zeigen die Abdrücke der vier Zylinder vor und nach der Behandlung mit dem RVS-Technologie[®]-Gel.

Dieser Test dient ausschließlich für eine qualitative Aussage der Oberflächenveränderung. Allerdings ist zu erkennen, dass eine Verbesserung der Zylinderoberfläche durch eine Verringerung der Verschleißspuren erfolgte.



Abb.6-1: Zylinderabdrücke vor der Behandlung



Abb.6-2: Zylinderabdrücke nach der Behandlung

6.2 Kompressionstest eines weiteren Testfahrzeuges

Zusätzlich zum beauftragten Volumen der Studie hat die Fraunhofer TEG eine weitere Vermessung der Kompressionsveränderung an einem weiteren Fahrzeug durchgeführt. Außerhalb der eigentlichen Versuchreihe wurde das Kompressionsverhalten eines weiteren Testfahrzeuges (Ford Fiesta, Baujahr. 01.1988, 1098 ccm, 36 kW) untersucht.

Dabei erfolgte die Untersuchung der Kompression vor und nach der Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel des Testfahrzeuges.

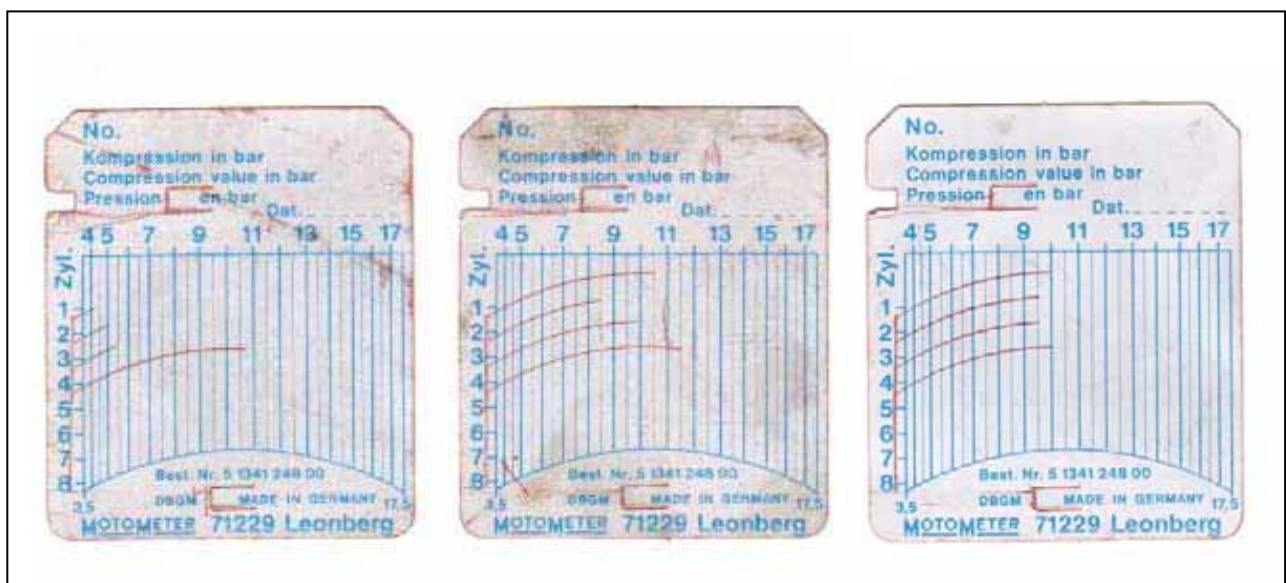


Abb.6-3: Kompressionsdaten Ford Fiesta (links vor der Behandlung, in der Mitte nach der Behandlung, rechts nach 5000 km)

Bei diesem Versuchergebnis war bereits nach einer Stunde Leerlaufbetrieb des Versuchsfahrzeug eine deutliche Verbesserung der Kompressionswerte durch das RVS-Technologie®-Gel zu verzeichnen. Die Kompressionswerte der Zylinder 1-3 werden von einem Bereich zwischen 4 und 6 auf etwa 8,5 bis 10,5 erhöht. Somit ist eine deutlich Verbesserung der Kompression der vier Zylinder erreicht worden (Mittleres Diagramm). Nach einer Testfahrt von 5000 km sieht man eine weitere Verbesserung der Zylinder 2 und 3 und einen insgesamt gleichmäßigeren Verlauf aller Zylinder.

Während der Testfahrt wurde auslaufendes Kondenswasser am Auspuff bemerkt.

7 Zusammenfassung

Als Ergebnis der Studie der Fraunhofer TEG bleibt folgendes festzuhalten:

- Durch die Revitalisierung mit dem RVS-Technologie®-Gel der Fa. REWITEC GmbH wurden innerhalb der Versuchreihe Verschleißspuren durch einen Materialauftrag von ungefähr 5 µm um ca. 50 % reduziert. Eine glaskeramische Oberflächenschicht kann bei bloßer Betrachtung nach der Behandlung festgestellt werden.
- Die Revitalisierung ermöglicht einen Leerlaufbetrieb des Motors ohne Öl von mindestens 1 Stunde (Testzeit im Rahmen der Studie). Dabei wurde ein ruhiger Lauf des Motors registriert. Dieser Versuch bestätigt somit eine Beschichtung durch die Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel.
- Im Bereich der Motorkompression zeigt Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel eine deutliche Verbesserung eines weiteren Testfahrzeugs. Die Kompressionswerte der einzelnen Zylinder werden deutlich erhöht. Somit konnte eine Verbesserung der Kompression der Zylinder durch die Behandlung mit dem RVS-Technologie®-Gel für dieses weitere Testfahrzeug nachgewiesen werden.