



Ergänzung zum Abschlussbericht

Langzeitstudie über den Einsatz von Antioxidantien an Rapsölkraftstoff in der Praxis

- Motorbefundung -

- Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Horst Harndorf
Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren
Albert-Einstein-Str. 2
18059 Rostock
- Bearbeiter: Dr. rer. nat. Ulrike Schümann
Dipl.-Chem. Beate Richter
- Projektlaufzeit: 01.04.2007 bis 31.12.2009
- Gefördert durch: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. -
Projektträger des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz (FKZ 22023206)
- Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (FKZ 540/072)
- Centre for Sustainable Energy Research e.V.

Rostock, im Juni 2010

Befundungsprotokoll des Tier 2 Motors vor und nach dem Feldversuch mit Antioxidans-Zusatz im Rapsöl-Vollraffinat-Kraftstoff

Traktortyp:	John Deere 7920
Kennzeichen:	OD-19
Motortyp:	JD 6081 HRW 473
Leistung:	147 kW
Abgasstufe:	Tier 2
Zulassung	Oktober 2005
Umrüstung auf Rapsöl:	Dezember 2005



Bild 1: Leistungsvermessung beim vTI in Trenthorst am 13.04.2010



Bild 2: Leistungsmessung an der Universität Rostock am 20.11.2008 und am 02.12.2009

Zur Ermittlung des Einflusses von Antioxidantien im Rapsöl-Vollraffinat auf den Motorbetrieb wurde der Feldtestmotor zwei Bauteilbefundungen unterzogen.

Bei den Motorbegutachtungen zu Beginn des Feldversuchs am 04.12.2008 und zum Ende am 29.03.2010 in Trenthorst nahmen folgende Projektpartner teil:

Universität Rostock: Frau Dipl.-Chem. Beate Richter
 Herr Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Sy
 Frau Dipl.-Ing. Evelyn Flügge

vTI Trenthorst: Herr Peter Dankert,
 Land- und Baumaschinenmechaniker
 Herr Martin Scheel, Azubi

Feldversuch mit Antioxidans-Zusatz im Rapsöl-Vollraffinat als Kraftstoff:

Beginn: 20.11.2008 2357 Motorbetriebsstunden

Ende: 02.12.2009 3143 Motorbetriebsstunden

Gesamtlaufzeit des Feldversuchs: 786 Motorbetriebsstunden



Bild 3: Vorbereitung der Motorbefundung in der Werkstatt in vTI Trenthorst am 04.12.2008 und am 29.03.2010

Die Befundungen ergaben folgende Erkenntnisse:

Als Referenzmotor im Rapsöleinsatz zur Beurteilung der Bauteile und Ablagerungen diente der Motor für den Traktor John Deere 6920 S:

Motortyp: 6068 HL 473

Seriennr.: DD 20814,

dessen Befundung ausführlich im Bericht „Rapsölbefeuerte Traktoren mit abgas-zertifizierten Motoren nach Euro Stufe 3“, Förderkennzeichen der FNR 22021105 (05NR211) dokumentiert ist.

Zylinderzählweise: Gegenkupplungsseite - Lüfterseite: Zylinder 1
Kupplungsseite: Zylinder 6

Brennraum-Kolbenbodenseite:

Zylinder 1 bis 6

Kolbenböden:

Auf den Kolbenböden sind vor und nach dem Feldversuch keine typischen Einspritzstrahlbilder zu erkennen.

Die Einspritzstrahlen liegen hoch und treffen nicht auf die Kolbenböden auf. Teilweise sind die Auftreffpunkte relativ ungleichmäßig ausgebildet.

In den Kolbenmulden sind leichte Rußablagerungen zu erkennen.

Es gibt geringe weißliche bis gelbliche Ablagerungen auf den Kolbenquetschrändern. **Abbildungen 4 bis 31**

Laufbuchsen:

In den Laufbuchsen sind noch deutlich die Spuren von der ersten Bearbeitung (Honung) zu sehen.

An allen Laufbuchsen waren im Bereich der Feuerstege normale Ölkohleablagerungen erkennbar. **Abbildungen 4 bis 27**

Kipphebelraum:

Optisch, technisch guter, sauberer Zustand, keine Ölschlammablagerungen

Brennraum-Zylinderkopfseite:

Zylinderkopf:

Minimale weißliche Ablagerungen um alle Einlassventilsitze und auf den Ventiltellerunterseiten,

Leichte Rußablagerungen um einige Auslassventilsitze, **Abbildung 31 bis 35**

Einlassventile:

Minimale Ablagerung von Ölkohle, die sich hoch bis zu den Ventilschäften ausdehnt,

Rußablagerungen sind ölig, schmierig bis fest, **Abbildung 36 bis 47**

Einlasskanäle:

Leichte Ölkohlenbildung von öliger, weicher bis pastöser Konsistenz, **Abbildung 39 bis 47**

Auslassventile:	Sehr wenige Ablagerungen von Ölkohle, trocken und braun, Abbildung 39 bis 47
Auslasskanäle:	Leicht trockener Ruß in den Öffnungen, Abbildung 39 bis 47
Injektoren:	An den Injektoren sind deutlich sichtbare Ölkohleablagerungen zu erkennen. Die Einspritzlöcher sind deutlich zu sehen und frei, Abbildung 48 bis 51
Turbolader, Verdichterseite (Luftseite)	Gehäuse und Verdichterschaufeln trocken, kein Belag, wie neu
Turbolader Turbinenseite, (Abgasseite)	Die Spiralgehäuse und Turbinenschaufeln sind trocken, aber mit sichtbarem leicht rußigem Belag
Abgaskrümmer:	Minimale Rußschicht, nicht feucht
Abgaskanäle:	Alle Kanäle trocken, leichte Rußablagerungen

Die untypischen Strahlbilder auf den Kolbenböden und Brennraummulden liegen an der vom Umrüster vorgenommenen Modifizierung des Injektoreinbaus. Inzwischen ist der Zylinderkopf von der Werkstatt mehrfach demontiert worden, so dass die Zylinderkopfdichtung gewechselt wurde und die Injektoren nicht mehr die ursprüngliche Einbaulage haben.

Die Ablagerungen an den Bauteilen waren so gering, dass keine ausreichenden Mengen für weitere nass-chemische Untersuchungen entnommen werden konnten.

Zusammenfassend ist zu den Injektoren festzustellen, dass eine verstärkte Ablagerung von Koks aufgetreten ist. Ursache hierfür ist die hohe Verkokungsneigung von Rapsölkraftstoff, der inzwischen weitere 786 Stunden im Motor gefahren wurde. Es sollte in Kürze ein Injektorwechsel nach 3143 Stunden im Rapsölbetrieb durchgeführt werden, was normal für den Pflanzenölbetrieb ist.

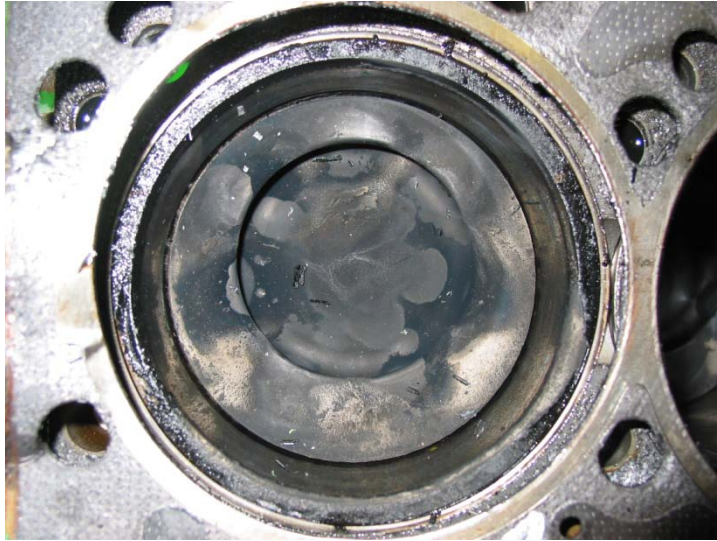
Das Ziel der Universität Rostock, die im John Deere Traktor verwendeten Injektoren der Firma Denso (Japan) untersuchen zu lassen, ließ sich nicht umsetzen. John Deere Mannheim war es aus Kapazitätsgründen nicht möglich, diese Untersuchung in Japan in Auftrag zu geben. Die Universität Rostock war hier auf die Unterstützung vom Traktorenhersteller angewiesen.

Es kann eingeschätzt werden, dass es keine deutlichen Abweichungen zwischen den Inspektionsbefunden vor und nach dem Feldversuch gab. Der Zustand des Motors ist für einen Pflanzenöleinsatz von über 3.000 Betriebsstunden normal. Das Antioxidans hatte keinen negativen Einfluss auf den Motorbetrieb.

Begrenzend ist festzustellen, dass diese Untersuchungen zum Einfluss von Antioxidantien im Rapsölkraftstoff nur an einem einzigen Motor durchgeführt wurden. Eine größere Anzahl von Motorenversuchen sollten diese Ergebnisse bestätigen.

Zylinder 1:

04.12.2008



29.03.2010



Bild 4 bis 7: Zylinder 1, Einspritzstrahlbilder auf Kolbenboden, Laufbuchse mit Honung und Feuersteg

Zylinder 2:

04.12.2008



29.03.2010

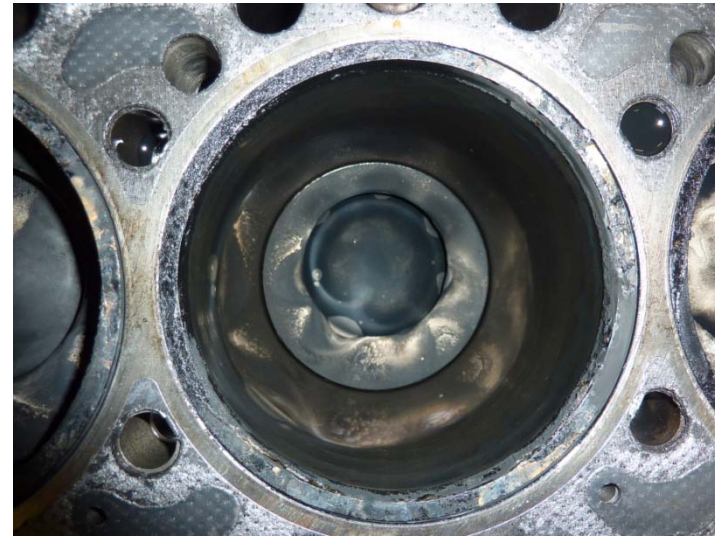
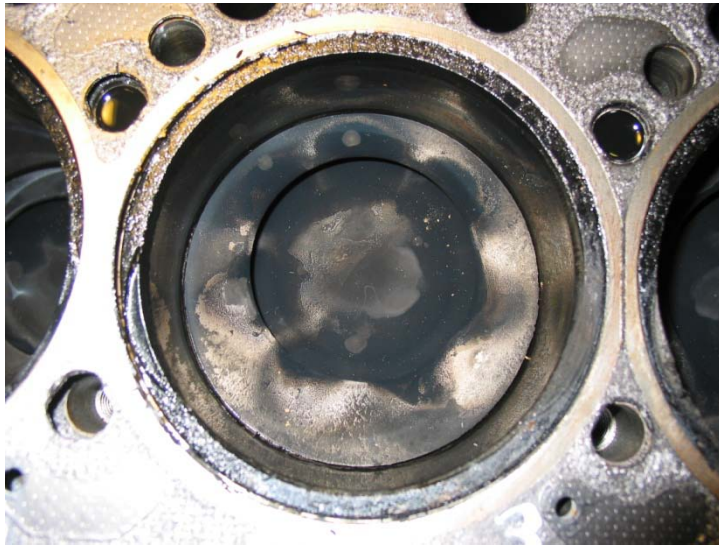


Bild 8 bis 11: Zylinder 2, Einspritzstrahlbilder auf Kolbenboden, Laufbuchse mit Honung und Feuersteg

Zylinder 3:

04.12.2008



29.03.2010

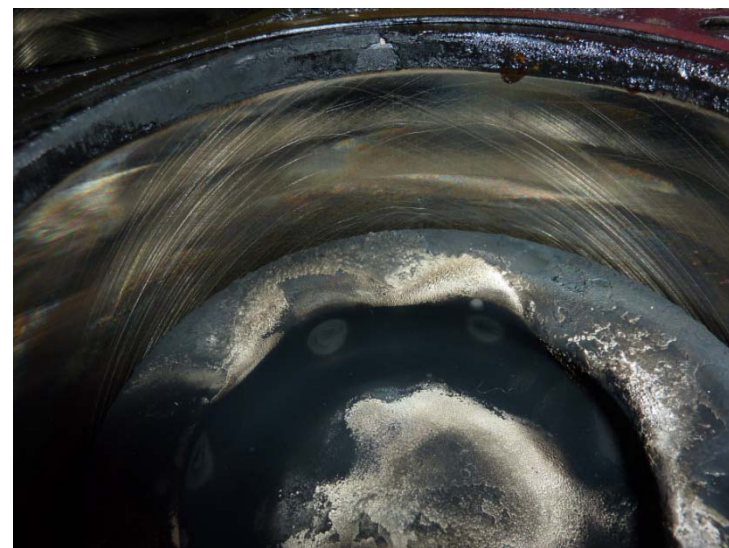
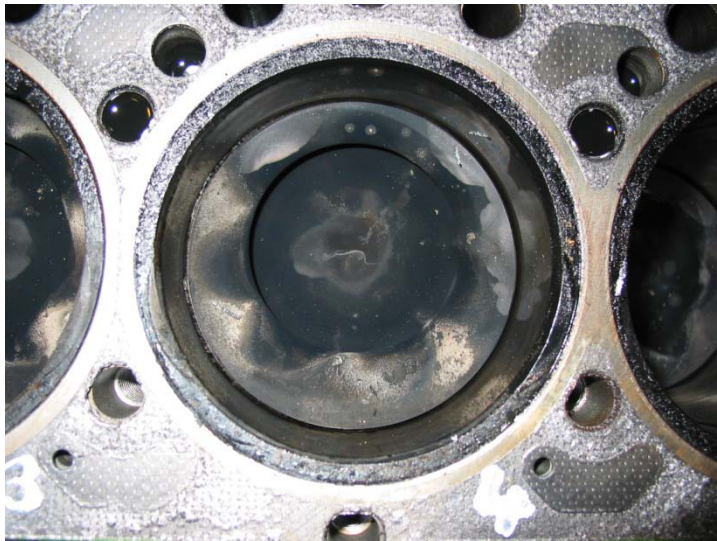


Bild 12 bis 15: Zylinder 3, Einspritzstrahlbilder auf Kolbenboden, Laufbuchse mit Honung und Feuersteg

Zylinder 4:

04.12.2008



29.03.2010

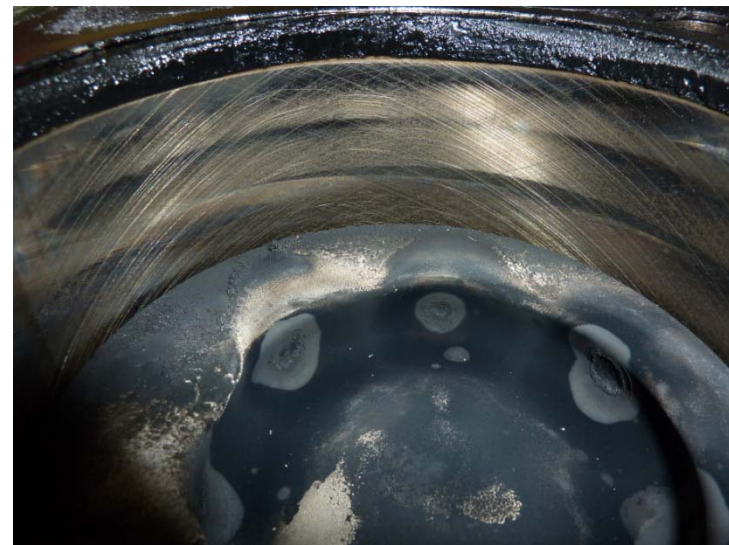
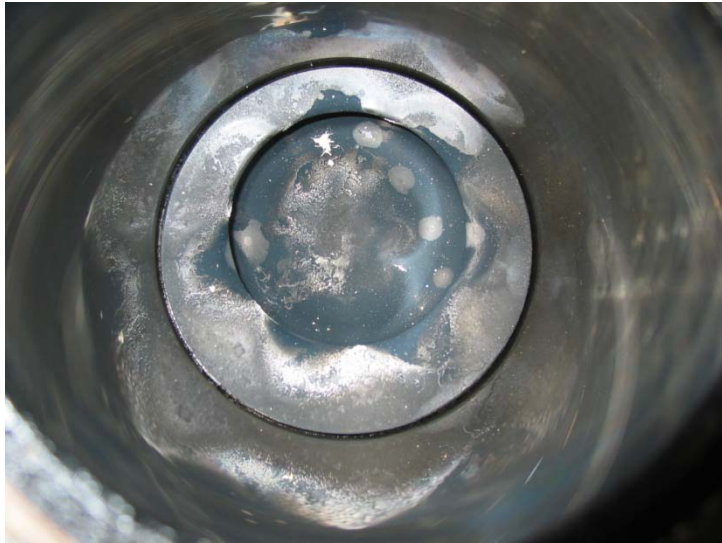


Bild 16 bis 19: Zylinder 4, Einspritzstrahlbilder auf Kolbenboden, Laufbuchse mit Honung und Feuersteg

Zylinder 5:

04.12.2008



29.03.2010

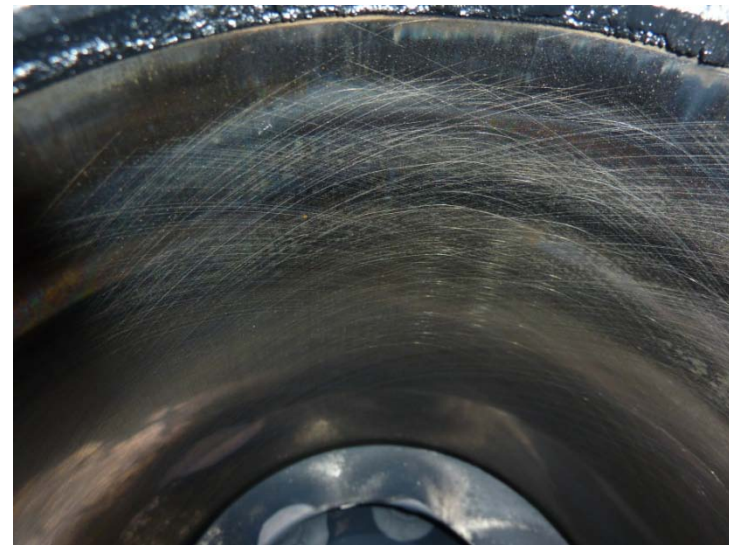
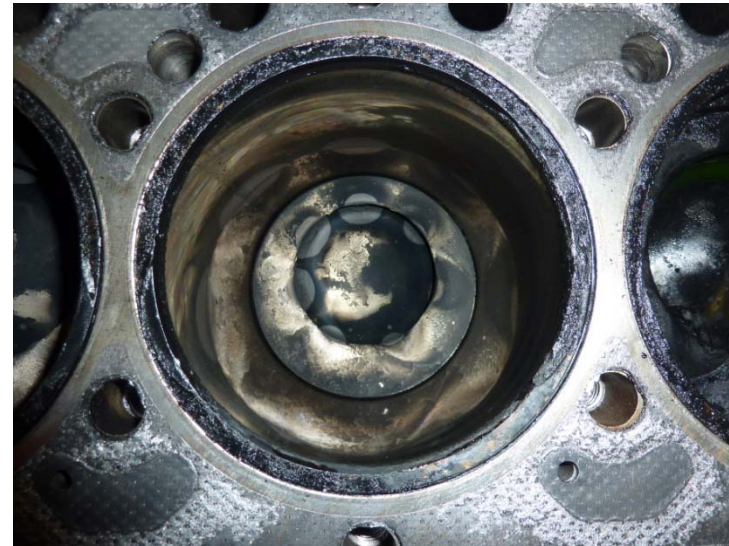
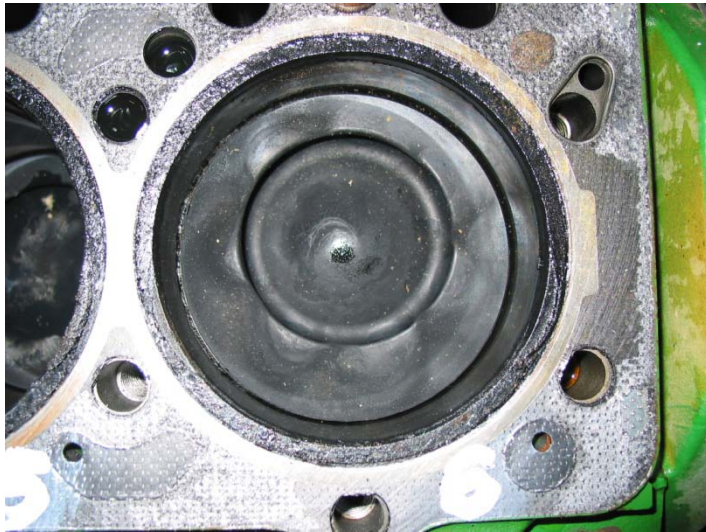


Bild 20 bis 23: Zylinder 5, Einspritzstrahlbilder auf Kolbenboden, Laufbuchse mit Honung und Feuersteg

Zylinder 6:

04.12.2008



29.03.2010

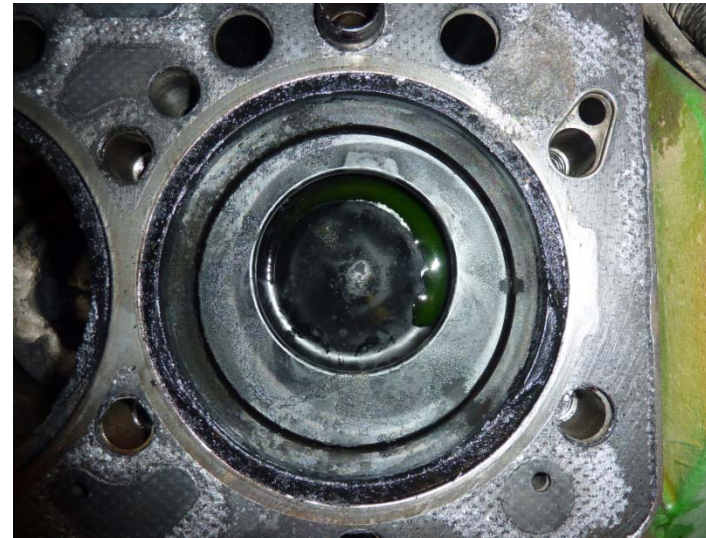


Bild 24 bis 27: Zylinder 6, Einspritzstrahlbilder auf Kolbenboden, Laufbuchse mit Honung und Feuersteg

Brennraumübersicht:

04.12.2008

29.03.2010

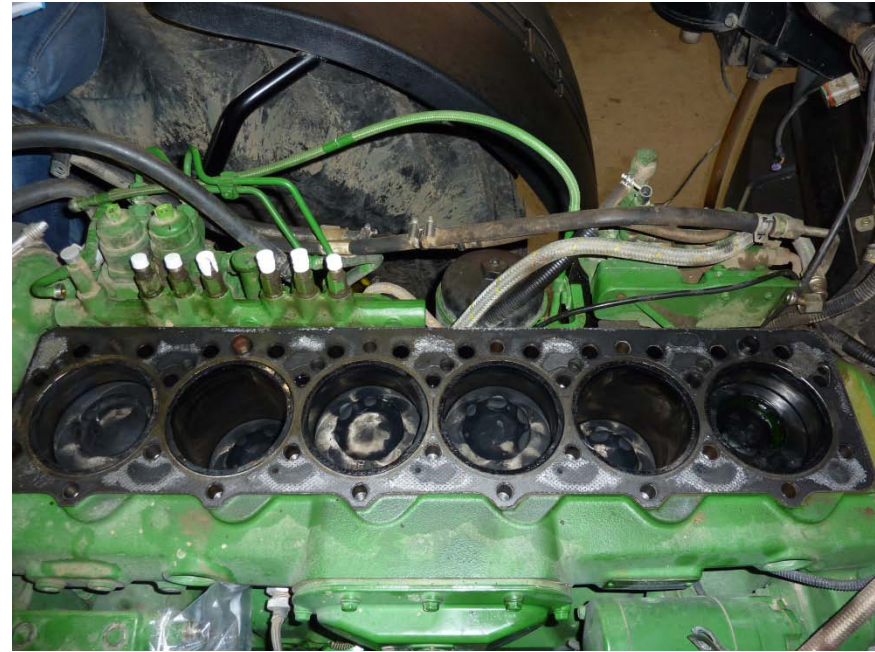
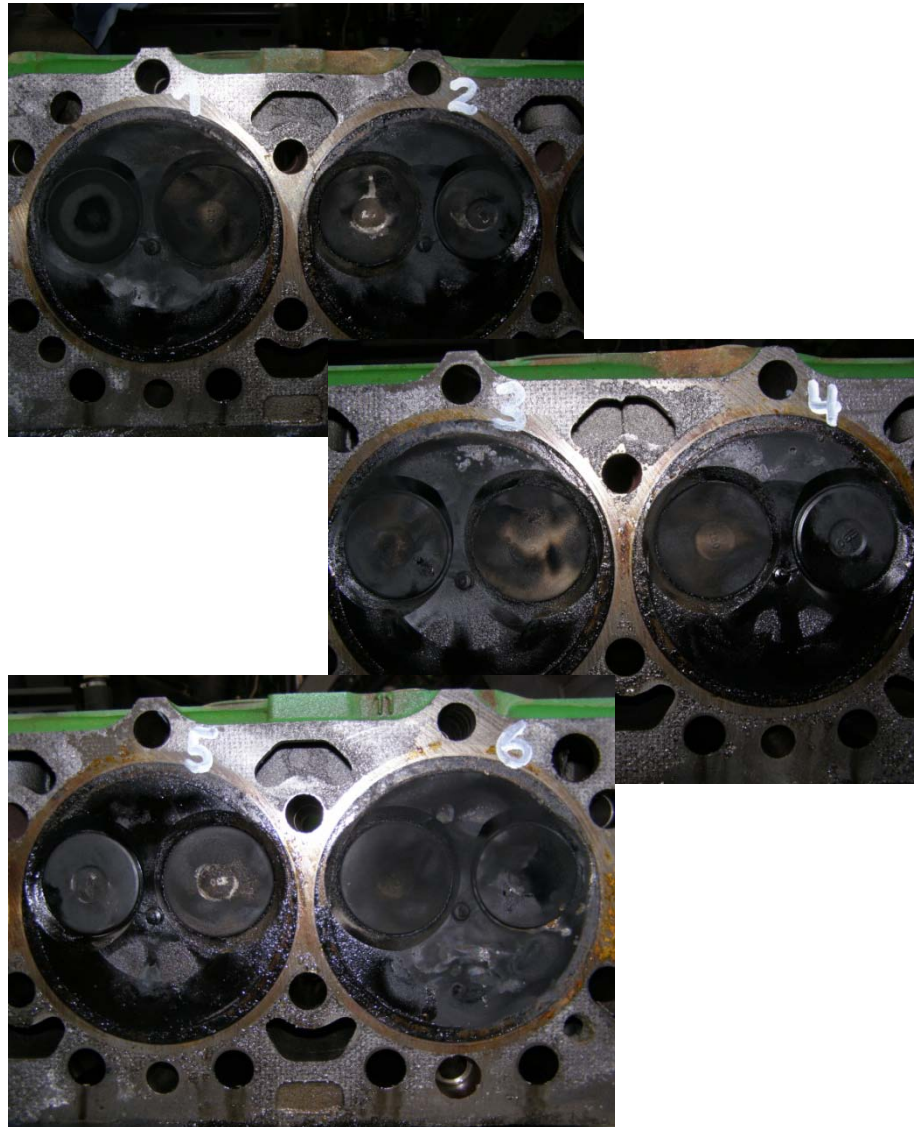


Bild 28 bis 30: Motorblock

Zylinderkopf:

04.12.2008



29.03.2010



Bild 31 bis 35: Zylinderkopf,
Brennraumseite mit Ein- und Auslassventilen

Einlassventile/-sitze:

04.12.2008



29.03.2010



Bild 36 bis 37: Einlass- und Auslassventilteller und Ventilsitze, Zylinder 2



Bild 38 und 39: Einlassventile, Zylinder 2

Auslassventile/-sitze:

04.12.2008



Bild 40 bis 41: Einlass- und Auslassventilsitze, Zylinder 2

29.03.2010



Bild 42 bis 43: Auslassventil, Zylinder 2



Ventile:

04.12.2008



Bild 44 bis 45: Einlass- und Auslassventil und Ventilteller Zylinder 5

29.03.2010

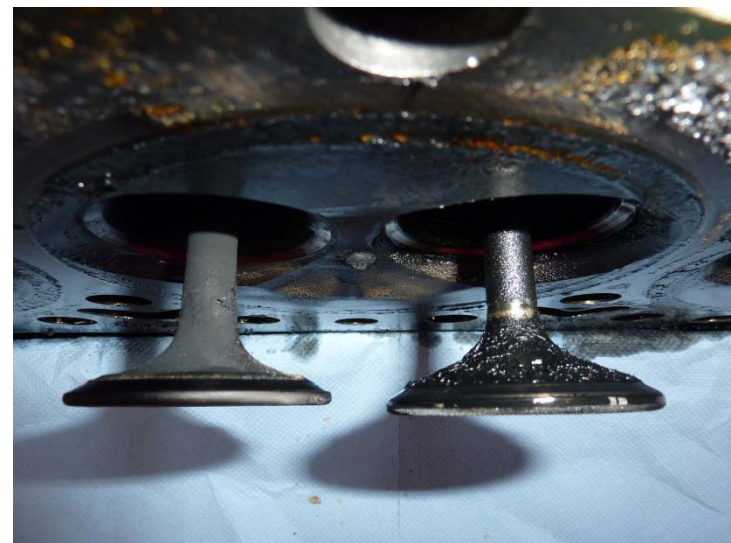


Bild 46 bis 47: Einlass- und Auslassventil und Ventilteller Zylinder 3

Injektoren:

04.12.2008



Bild 48: Injektor, Zylinder 2



Bild 50: Injektor, Zylinder 5

29.03.2010



Bild 49: Injektor, Zylinder 2



Bild 51: Injektor, Zylinder 5