

Fahrversuch zum Ventilverschleiß

Verschleißbetrachtung an einem Peugeot 107
im Autogasbetrieb
additiviert mit dem V-LUBE Wirkstoff

Inhalt

1. Zusammenfassung	3
2. Fahrversuch	5
2.1 Verschleißreferenz	5
2.2 Additiveinfluss	6
3. Versuchsdokumentation	7
3.1 Messverfahren	7
3.2 Additivdosierung	7

1. Zusammenfassung

Das verwendete Additiv wird in der Regel als Bestandteil einer Schmierlösung für den Gasbetrieb verwendet und stellt somit den eigentlichen Wirkstoffkomplex der handelsüblichen Schmierlösungen dar. Für eine 10.000 km Praxiserprobung des Kraftstoffadditivs wurde ein Peugeot 107 mit einer Flüssigphasen-Autogasanlage verwendet und das Kraftstoffadditiv wurde direkt in den Tank gegeben, da eine Entmischung im durch die Bewegungen im Fahrbetrieb ausgeschlossen ist und die optimale Konzentration des Wirkstoffes relativ zum Kraftstoff sicher gestellt ist. Auf ein Dosiersystem wurde bewusst verzichtet, um die Effizienz des Wirkstoffs zu bewerten. Die Zuverlässigkeit eines solchen Systems wäre gesondert zu erproben.

Das Fahrzeug wurde zuerst ohne Schutzadditive gefahren und bei einem Kilometerstand von 12500 km wurde das Ventilspielgeprüft. Der mittlere Ventileinschlag an den Auslassventilen des verwendeten Fahrzeugs betrug im unadditvierten Betrieb $6,18 \pm 2 \mu\text{m}/1000 \text{ km}$.



ABBILDUNG 1: VERSUCHSFAHRZEUG

Bei dem verwendeten Fahrzeug wurde im Zusammenhang mit einer Optimierungsmaßnahme für den Autogasbetrieb die geometrische Verdichtung von 10,5:1 auf 12:1 erhöht. Aufgrund dieser Maßnahme verglichen zu dem ermittelten Referenzwert ist ein erhöhter Ventilverschleiß zu erwarten.

Zu Beginn des Fahrversuchs waren die Ventilspielwerte bereits außerhalb der Herstellertoleranz, wenn auch nahe der unteren Toleranzgrenze. Die Ventilsitze und Ventile wurden bewusst nicht nachbearbeitet bzw. eingeschliffen. Das Additiv wurde beim Tanken direkt in den Autogastank dosiert, wobei zuerst eine relativ hohe Dosierung vorgenommen wurde, die nach der Zwischenmessung bei 5851 km halbiert wurde.

Bereits die erste Überprüfung des Ventilspiels bei 5851 km zeigte, dass durch den Einsatz des Additivs der Ventileinschlag an den Auslassventilen gestoppt werden konnte. Leichte Abweichungen der Ventilspiele waren im Bereich einer Messmittelabstufung von $10\mu\text{m}$ vorhanden, lagen aber im Mittel bei $0\mu\text{m}$. Der erwartete Ventilverschleiß ohne Additiv würde nach dem beobachteten Anfangsverschleiß bei $33,9\mu\text{m}$ für 6000km liegen und wäre mit dem verwendeten Messmittel sicher zu erkennen.

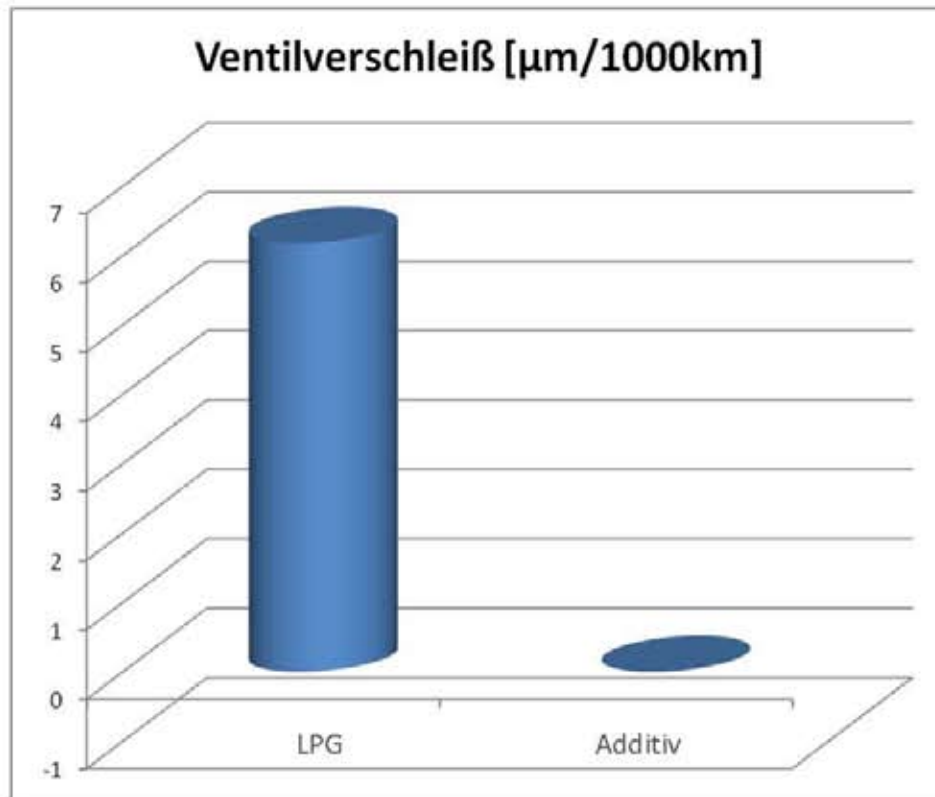


ABBILDUNG 2: GEMITTELTER VERSCHLEIß

Bei der zweiten, abschließenden Überprüfung des Ventilspiels bei 10347 km wurde ein mittlerer Ventileinschlag von $-0,008\mu\text{m} \pm 2\mu\text{m}/1000\text{km}$ über die gesamte Versuchsstrecke gemessen, womit im Rahmen der durchgeführten Praxiserprobung ein effektiv wirksamer Ventilschutz des verwendeten Kraftstoffadditivs bestätigt werden konnte.

2. Fahrversuch

2.1 Verschleißreferenz

Der im Versuch gefahrene Peugeot 107 mit 1,0l Motor von Toyota wurde zunächst 12.500km ohne Additiv gefahren. Bei einer Ventilspielprüfung zeigte sich, dass die untere Toleranzgrenze bereits bei allen Ventilen unterschritten war und das verbleibende Spiel der einzelnen Ventile zwischen 65% und 90% des unteren Grenzwertes lagen. Da am Motorlauf noch keine Auffälligkeit zu erkennen war, wurde der Versuch mit diesen Werten gestartet.

Aus dem gemessenen Ventilspiel lässt sich relativ zu den Herstellervorgabewerten eine Verschleißrate abschätzen. Der 12-Ventiler verfügte auf den Einlassventilen über ausreichend Spiel und lag noch in den Herstellertoleranzen, während die sechs Auslassventile deutlichen Verschleiß zeigten und bei allen Zylindern war das Ventilspiel außerhalb der Toleranz.

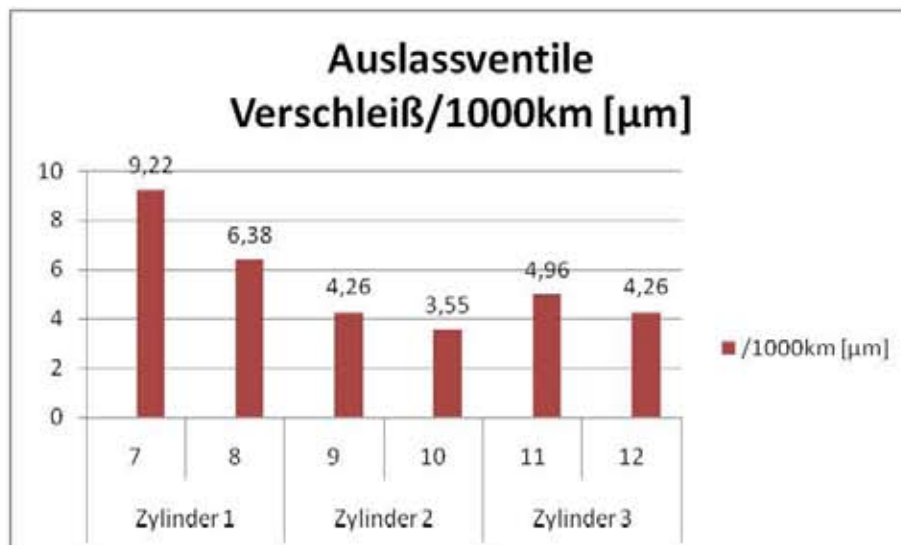


ABBILDUNG 3: VERSCHLEIßRATEN OHNE ADDITIV

Ausgehend vom Herstellersollwert ergeben sich für die 6 Ventile Verschleißraten von 4,03 bis 10,48 μm pro 1000 Kilometer. Der Mittelwert liegt bei 6,18 μm /Tkm.

Die unterschiedlichen Werte sind plausibel, da es in der Praxis Hinweise auf progressives Verschleißverhalten gibt und auch in der Theorie die Dichtflächenoberflächengüte und die durch kleines Spiel geänderten Steuerzeiten zu progressivem Verhalten führen.

2.2 Additiveinfluss

Für den Additiv-Versuch wurde der selbe Zylinderkopf verwendet. So waren unterschiedlich fortgeschrittenen Verschleißzustände vorhanden, um eine eventuelle Abhängigkeit identifizieren zu können.

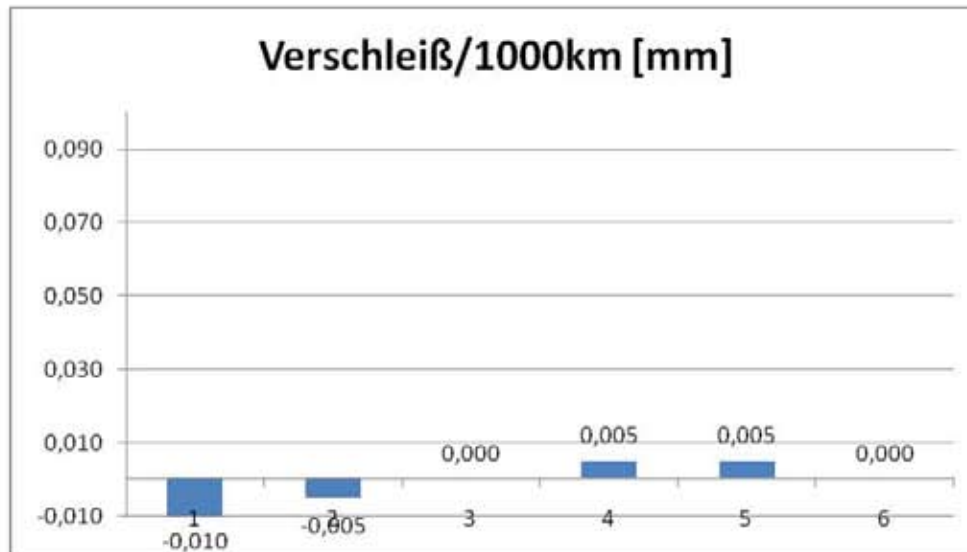


ABBILDUNG 4: VERSCHLEIßRATEN MIT ADDITIV

Die ermittelten Verschleißraten liegen deutlich unter den Werten des Betriebes ohne Schutzadditive. Die leichten Abweichungen der Ventile zueinander liegen im Bereich der Messmittelfähigkeit und lassen keine Differenzierung der Additivwirkung bei den unterschiedlichen Verschleißzuständen zu.

Auch bei der Betrachtung der beiden Versuchshälften mit den unterschiedlichen Dosierungen ließen sich keine Unterschiede aufzeigen.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass bei beiden Dosierungsraten an keinem der Ventile, ein Verschleiß nachgewiesen werden konnte, der die Größenordnung des unadditivierten Betriebes erreicht.

Ein Verschleißwert unter 10% des Referenzwertes ließe sich mit den verwendeten Messmitteln nicht mehr erkennen, allerdings erlaubt die statistische Betrachtung aller sechs Auslassventile den Rückschluss zu, dass der Verschleiß diese 10% nicht überschreitet.

2.2 Additiveinfluss

Für den Additiv-Versuch wurde der selbe Zylinderkopf verwendet. So waren unterschiedlich fortgeschrittenen Verschleißzustände vorhanden, um eine eventuelle Abhängigkeit identifizieren zu können.

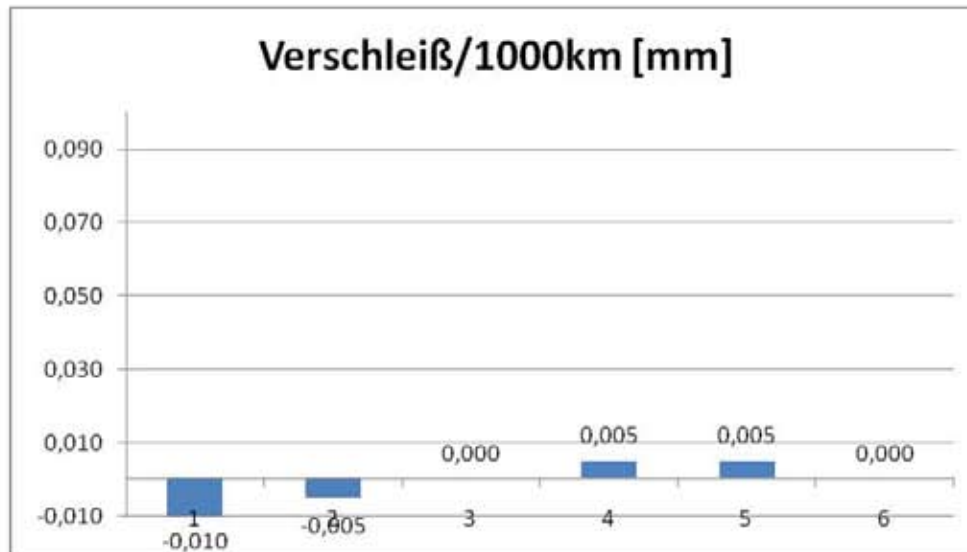


ABBILDUNG 4: VERSCHLEIßRATEN MIT ADDITIV

Die ermittelten Verschleißraten liegen deutlich unter den Werten des Betriebes ohne Schutzadditive. Die leichten Abweichungen der Ventile zueinander liegen im Bereich der Messmittelfähigkeit und lassen keine Differenzierung der Additivwirkung bei den unterschiedlichen Verschleißzuständen zu.

Auch bei der Betrachtung der beiden Versuchshälften mit den unterschiedlichen Dosierungen ließen sich keine Unterschiede aufzeigen.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass bei beiden Dosierungsraten an keinem der Ventile, ein Verschleiß nachgewiesen werden konnte, der die Größenordnung des unadditivierten Betriebes erreicht.

Ein Verschleißwert unter 10% des Referenzwertes ließe sich mit den verwendeten Messmitteln nicht mehr erkennen, allerdings erlaubt die statistische Betrachtung aller sechs Auslassventile den Rückschluss zu, dass der Verschleiß diese 10% nicht überschreitet.

3. Versuchsdokumentation

3.1 Messverfahren

Das Ventilspiel wurde mit einer Fühlerlehre bestimmt, deren Lehrenblätter in 10µm- Abstufung ausgeführt sind. Um den subjektiven Einfluss zu minimieren wurden die Messungen durch zwei Prüfer durchgeführt und Mittelwerte gebildet.

Sollwerte: Auslass 0,275-0,365mm

Km	Zylinder 1		Zylinder 2		Zylinder 3	
	7	8	9	10	11	12
14283	0,19	0,23	0,26	0,27	0,25	0,26
15723	0,18	0,19	0,26	0,26	0,24	0,24
20105	0,19	0,22	0,26	0,26	0,24	0,245
24630	0,20	0,23	0,26	0,26	0,24	0,26

ABBILDUNG 6: MESSDATEN

3.2 Additivdosierung

Der Autogastank hat ein Füllvolumen von 44l und zum Versuchsstart wurden 8ml Additiv zugegeben und für die erste Versuchshälfte wurde eine Dosierung von 8ml pro 40l angestrebt. Für die zweite Versuchshälfte wurde die Dosierung halbiert.

Tachostand [km]	Versuchsfortschritt [km]	Tanken [l]	Additivzugabe [ml]	Additivzugabe gemittelt [ml/l]	
14283	0	voll	8	0,19	
14450	167	15,10	2,9		
15146	863	37,40	7		
15723	1440	37,97	7,8		
15773	1490	4,57	1		
16518	2235	39,10	8		
16827	2544	24,71	5		
17236	2953	30,00	6		
17563	3280	23,40	4		
17894	3611	24,18	6		
18340	4057	37,02	6,5		
18801	4518	37,41	7		
19154	4871	32,32	5		
19506	5223	14,32	3		
19754	5471	30,12	6		
20134	5851	31,30	2	0,08	
20854	6571	56,99	5		
21499	7216	40,15	4		
22299	8016	60,79	2,54		
23010	8727	50,62	5,5		
23361	9078	26,30	2		
23990	9707	44,38	4		
24630	10347	40,80	4		
Gesamtverbrauch		738,95	104,24		0,14
		Liter LPG	ml Additiv		ml/l Dosierung

ABBILDUNG 7: DOSIERUNG