



# Kraftstoffverbrauchsmessung auf Ackerschleppern im Vergleich



**Anton Fick**  
**Prof. Dr. Yves Reckleben**

## **Kraftstoffverbrauchsmesssysteme auf Ackerschleppern im Vergleich**

**Dezember 2008**

Anton Fick ist Student am Fachbereich Agrarwirtschaft der Fachhochschule Kiel. Bei dieser Schrift handelt es sich um einen Auszug aus seiner Diplomarbeit.

Prof. Dr. Yves Reckleben ist Professor für Agrartechnik an der Fachhochschule Kiel, Fachbereich Agrarwirtschaft in Osterröfeld und Geschäftsführer des RKL Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg.

Diese Arbeit wurde aus Mitteln der Prof.-Udo-Riemann-Stiftung gefördert. Ziel der Prof.-Udo.-Riemann-Stiftung ist angewandte Forschung und praktische Erfahrungen auf dem Gebiet der landwirtschaftlichen Verfahrenstechnik zu unterstützen.

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Prof. Dr. Yves Reckleben

Am Kamp 13, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-847940, Fax: 04331-847950

Internet: [www.rkl-info.de](http://www.rkl-info.de); E-mail: [mail@rkl-info.de](mailto:mail@rkl-info.de)

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiges Beratungsunternehmen mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>457</b>
<b>2. Versuche</b> .....	<b>458</b>
2.1 System FM 3–100 .....	458
2.2 System VDO-Kienzle.....	459
2.3 System Degenhart.....	460
2.4 System Massey Ferguson.....	462
<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>464</b>
3.1 John Deere.....	464
3.2 Massey Ferguson.....	465
3.3 Systemvergleich .....	466
<b>4. Feldversuch</b> .....	<b>468</b>
<b>5. Fazit aus Ergebnissen</b> .....	<b>469</b>
<b>6. Nutzen von Kraftstoffverbrauchsmesssystemen</b> .....	<b>469</b>
<b>7. Zusammenfassung</b> .....	<b>474</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>475</b>

## 1. Einleitung

In dem Versuch werden drei verschiedene Systeme, wie sie heute in der Praxis eingesetzt werden, miteinander verglichen. Diese drei Praxissysteme sind nur ein kleiner Ausschnitt der auf dem Markt befindlichen Verbrauchsmesssysteme mit dem höchsten Marktanteil. Es bieten mittlerweile fast alle Schlepperhersteller ihr eigenes System an. Zum Nachrüsten sind aber auch noch Systeme der Firma Automotive Information and Control (AIC 3008 SLD), der Firma Corrsys Datron Sensordaten Systeme GmbH (DFL), der Firma Kral (OMG, OMH und OMS), der Firma Fueldata GmbH (ECOSENS) und der Firma Bach-Messtechnik (EASYFLOW multi) erhältlich. So bieten weltweit mehr als zehn verschiedene Firmen Verbrauchsmesssysteme an.

Des Weiteren ist es bei einem solchen Versuch immer schwer die Praxisbedingungen auch tatsächlich praxisgetreu darzustellen. Im eigenen Versuch wird die Leistungsabnahme mit Hilfe einer Motorbremse simuliert. Dies ist zwar nicht dasselbe, wie das tatsächliche Pflügen oder Grubbern auf einem Acker, aber die Messergebnisse sind genauer und wesentlich besser zu erfassen. Denn beim Pflügen auf einem Acker herrschen ständig wechselnde Bedingungen. Es kommt hier häufig zu Unterschieden, dies liegt an den verschiedenen Arbeitstiefen und unterschiedlichen Bodenarten. Somit ist es sehr schwer, konstante Bedingungen zu schaffen. Weiterhin hatten wir die Möglichkeit, auf dem Prüfstand der Firma

Dieseltechnik Lindemann, einen genauen Referenzwert zur tatsächlich verbrauchten Menge zu erhalten. Hierfür wurde das stationäre Kraftstoffverbrauchsmesssystem der Firma KL Maschinenbau genutzt und damit der tatsächlich verbrauchte Kraftstoff in l/h ermittelt werden.

## 2. Versuche

### 2.1 System FM 3–100

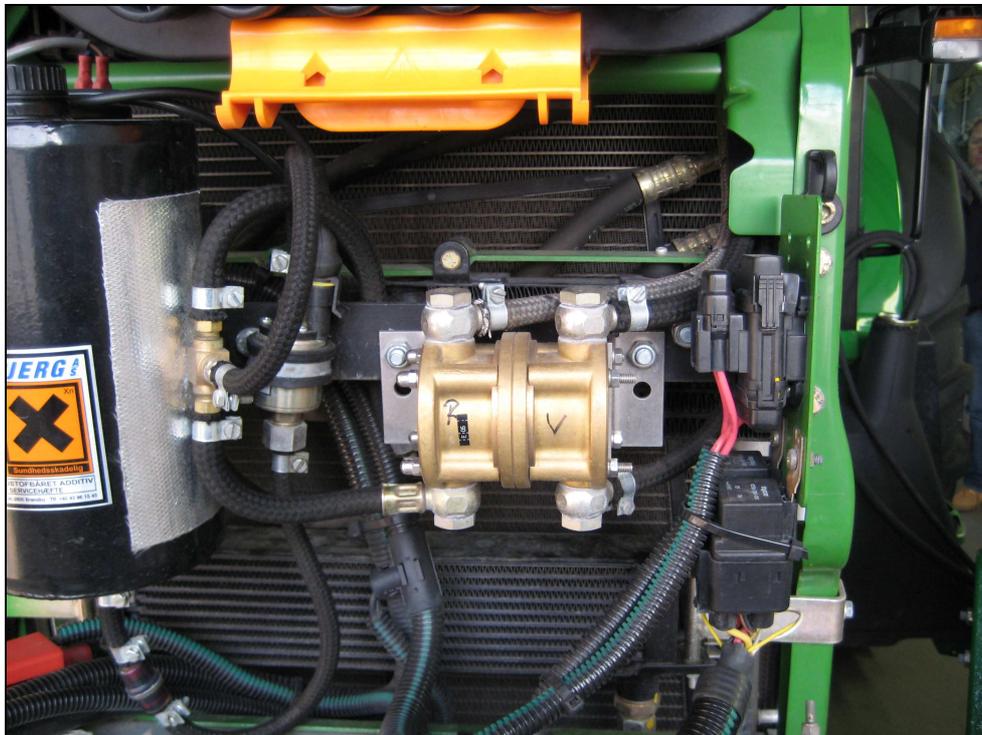
Bei dem System FM 3–100 handelt es sich um ein stationäres Kraftstoffverbrauchsmesssystem der Firma KL Maschinenbau. Das System wird auf diversen Prüfständen zur Einstellung und Motoroptimierung eingesetzt, in einer etwas kleineren Bauart auch auf Prüfständen für Motorsägen. Bei diesem System ist die Besonderheit, dass es nach dem Prinzip der direkten Verbrauchsmessung konstruiert ist. Es wird ein Ringkolbenzähler aus der Getränkeindustrie verwendet. Das Besondere an dem System FM 3–100 ist der hydraulische Aufbau (s. Abb. 1).



**Abb. 1:** Hydraulischer Aufbau vom System FM 3-100

## 2.2 System VDO-Kienzle

Das System der Firma VDO-Kienzle, EDM 1404, ist ein elektronisches Verbrauchsmessgerät für Dieselmotoren und Nutzfahrzeuge. Die Technik basiert auf einem Ringkolbenzähler. Der nach dem Verdrängungsprinzip arbeitende Ringkolbenzähler fördert immer eine bestimmte Kraftstoffmenge pro Umdrehung. Über ein elektronisches Zählwerk wird die Anzahl der Umdrehungen gezählt, und anschließend die geförderte Kraftstoffmenge errechnet. Dieses System arbeitet mit der Differenzmessung, wie im Kapitel 3.3 beschrieben. Man benötigt zwei Ringkolbenzähler, die die Differenz zwischen geförderter und verbrauchter Kraftstoffmenge ermitteln. Deshalb muss ein Ringkolbenzähler in den Vorlauf, und ein weiterer in den Rücklauf eingebaut werden (siehe Abb. 2).



**Abb. 2:** Ringkolbenzähler VDO-Kienzle

Die errechnete Menge wird auf einem Display in der Schlepperkabine angezeigt (siehe Abb. 3). Auf der Anzeige können je nach Bauart verschiedene Informationen abgelesen werden. So ist es möglich, nicht nur den momentanen Verbrauch, sondern zum Beispiel auch den Durchschnittsverbrauch abzulesen.



**Abb. 3:** Verbrauchsanzeige VDO-Kienzle

Der Einbau des Ringkolbenzählers in die Vorlaufleitung hängt von dem Einspritzsystem ab. Grundsätzlich ist es möglich das System in den Saugbereich der Kraftstoffanlage einzubauen. Der Saugbereich ist der Teil vom Tank bis zur Kraftstoffförderpumpe. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das System in den Druck- und Niederdruckteil der Kraftstoffanlage einzubauen, aber nicht in den Hochdruckteil.

Bei einem Motor mit Reiheneinspritzpumpe wird das System am besten im Druckteil eingebaut. Denn bei einem Motor mit Reiheneinspritzpumpe, sind Förderpumpe und Reiheneinspritzpumpe zwei Einheiten. Das bedeutet, dass die Förderpumpe im Kreislauf vor der Reiheneinspritzpumpe sitzt, und somit die Reiheneinspritzpumpe im Druckteil. Vor der Förderpumpe wird der Kraftstoff nur mit einem Vorfilter gereinigt. Der Hauptfilter befindet sich hinter der Förderpumpe. Wird das System nun in den Saugbereich eingebaut, also vor die Förderpumpe, kann es zu Verstopfungen des Messsystems kommen. Deswegen ist es bei einem Motor mit Reiheneinspritzpumpe von Vorteil, das System nach dem Kraftstoffhauptfilter und vor der Reiheneinspritzpumpe zu installieren.

### 2.3 System Degenhart

Bei dem System der Firma Degenhart handelt es sich nicht um ein mechanisches Messsystem, sondern um ein elektronisches Messsystem. Hierbei wird der Verbrauch nicht gemessen, sondern aus verschiedenen CAN-Bus-Daten errechnet.

Es ist aber auch möglich, die Daten einer mechanischen Messung, zum Beispiel mit einer Messturbine, elektronisch an den Bordcomputer zu schicken. In diesem Versuch wurden allerdings die Daten vom CAN-Bus genommen.

Der Einbau des Systems beschränkt sich bei dieser Variante nur auf die Montage des Displays in der Schlepperkabine und das Anschließen des CAN-Bus Signals. Dieses System zeigt nicht nur den Momentanverbrauch an. Es ist unter anderem auch möglich zwei Durchschnittsverbräuche abzulesen. Somit hat der Fahrer die Möglichkeit, den einen Durchschnittsverbrauch täglich zu löschen, um jeden Tag einen neuen Durchschnittsverbrauch zu erhalten. Der zweite hinterlegte Durchschnittsverbrauch kann unabhängig von dem ersten gelöscht werden.

Bei diesem System ist es auch möglich, die Motorauslastung in Prozent auf dem Display anzuzeigen (siehe Abb. 4). Diese Daten werden aus den Daten des CAN-Bus errechnet. Zusätzlich ist es möglich, die durchschnittliche Motorauslastung zu den jeweiligen Durchschnittsverbräuchen anzuzeigen. Ist der Durchschnittsverbrauch relativ hoch, wird auch die durchschnittliche Motorauslastung verhältnismäßig hoch sein.



**Abb. 4:** Verbrauchsanzeige Degenhart

Des Weiteren ist es bei einigen Schlepperherstellern, zum Beispiel John Deere, auch möglich die Fahrgeschwindigkeit und die zurückgelegte Wegstrecke auf dem Display abzulesen. So wäre es auch denkbar, einer bestimmten Wegstrecke eine verbrauchte Menge zuzuordnen. Voraussetzung hierfür ist die korrekte Eingabe des

Reifenumfangs. Gleichzeitig wird je nach Einstellung, die Dauer der Fahrzeit in Stunden und Minuten angezeigt.

Da die Daten Einspritzzeitpunkt, Ansteuerzeit und einige andere Werte für das Messsystem elektronisch erfasst werden, schwankt die Verbrauchsanzeige nur minimal, so dass beim Versuch kaum Zeit zum Auspendeln der Verbrauchsanzeige benötigt wurde. Die Begründung dafür liegt in der Art des Messens, denn die Einspritzbedingungen ändern sich bei Abnahme einer höheren Last am Motor schlagartig. Die dadurch veränderten Einspritzmengen werden sofort an den Bordrechner geschickt, und der aktuelle Verbrauch wird ausgerechnet und angezeigt. Wird bei dem Schlepper nachträglich etwas an der Motorsteuerung verändert, wie zum Beispiel beim Chiptuning, muss das Gerät neu kalibriert werden. Das System rechnet die Daten der Motorsteuerung sonst falsch um und die angezeigten Werte stimmen nicht mehr. Zum Kalibrieren sollte der Tank ganz gefüllt sein und anschließend mindestens halb leer gefahren werden. Daraufhin tankt man den Schlepper wieder voll. Nun muss nur der angezeigte Verbrauch auf dem Display durch die getankte Menge geteilt werden. Danach muss das Gerät um den errechneten Faktor korrigiert werden, und das System ist kalibriert. (NN, 2008b), (NN, 2008d)

## **2.4. System Massey Ferguson**

Das System der Firma Massey Ferguson basiert auf derselben Basis, wie das System der Firma Degenhart. Es nutzt die Daten vom CAN-Bus und errechnet den Kraftstoffverbrauch. Der Kraftstoffverbrauch wird dann auf einem Display in der Kabine angezeigt (siehe Abb. 5).



**Abb. 5:** Verbrauchsanzeige Massey Ferguson

Das Verbrauchsmesssystem ist allerdings nur im Zusammenhang mit der Datatronic erhältlich. Die Datatronic liefert bedeutend mehr Daten als nur den Kraftstoffverbrauch. Hauptsächlich ist die Datatronic für das Feld- und Vorgewendemanagement mit manueller oder automatischer Programmierung gedacht. Hierbei können in der neuesten Version der Datatronic bis zu 35 Funktionen gespeichert und später per Knopfdruck aktiviert werden. Weiterhin ist es auch möglich eine SD-Karte (Secure Digital) direkt auf dem Acker mit wichtigen Informationen zu bespielen. Diese Daten können später mit Hilfe, der im Lieferumfang enthaltenen Software GTA100, auf den Bürocomputer übernommen werden. So können die Daten, wie zum Beispiel Beginn und Ende der Arbeit, Betriebsstunden, Motorstunden und bearbeitete Fläche in eine Ackerschlagkartei exportiert werden. Auf Wunsch ist es auch möglich das Programm GTA200 Record Keeping zu installieren. So können zusätzliche Informationen, wie Gebrauch von Betriebsmitteln, bestimmten Arbeitsbereichen zugeordnet werden. Ist der Schlepper mit einem GPS Signal ausgerüstet, ist es sogar möglich, Karten der bearbeiteten Fläche zu erstellen und verschiedene Teilflächen einem bestimmten Kraftstoffverbrauch zuzuordnen.

In der neuesten Generation kann der Schlepper zusätzlich mit einem integrierten Traktor-Management-System, kurz ITCS, ausgerüstet werden. Bei diesem System werden Informationen aus der Datatronic entnommen und in einem kleinen Display im Armaturenbrett angezeigt. Über eine kleine Tastatur kann der Fahrer verschiedene Anzeigen auswählen, und zum Beispiel den Tages- oder Gesamtverbrauch ablesen. Des Weiteren werden in dem ITCS Display auch Daten

wie Motordrehzahl, Vorwärtsgeschwindigkeit oder auch Zapfwellendrehzahl angezeigt.

Da dieses Verbrauchsmesssystem nur im Zusammenhang mit der Datatronic erhältlich ist, ist die Anschaffung sehr teuer. Aber durch die vielen verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten, ist es mehr als nur ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem. (NN, 2008e)

### 3. Ergebnisse

Zunächst wurde die Leistung der Schlepper ermittelt und dazu die Drehzahl, das Drehmoment, der Kraftstoffverbrauch gemessen und des daraus der spezifische Kraftstoffverbrauch errechnet.

#### 3.1 John Deere

Die bei John Deere ermittelten Daten werden im Folgenden tabellarisch dargestellt.

**Tab. 1:** Datenblatt von JD 6620 ohne Chip

**Prüfablauf nach DIN 70020      Motorbremse an ZW**  
**Leistungsreduktion nach DIN ISO 3036**

<b>Nr.</b>	<b>Drehzahl [U/min]</b>	<b>Drehmoment [Nm]</b>	<b>Leistung [kW]</b>	<b>Verbrauch [l/h]</b>	<b>spez. Verbr. [g/kWh]</b>
1	2.496	2	0,0	3,5	
2	2.349	357	85,8	22,4	220,8
3	2.196	416	93,7	25,3	228,1
4	2.046	442	92,7	24,7	225,3
5	1.901	489	95,7	24,2	213,2
6	1.755	515	92,7	23,0	209,6
7	1.592	513	83,9	21,3	214,4
8	1.446	519	77,0	19,6	214,7
9	1.301	513	68,1	17,8	221,3

Bei dem JD 6620 betrug die maximale Leistung ohne Chip 95,7 kW, das Drehmoment 489 Nm bei einer Motordrehzahl von 1.901 U/min. Bei diesen Werten liegt der Kraftstoffverbrauch bei 24,2 l/h (siehe Tabelle 1). Das entspricht einem spezifischen Verbrauch von 213,2 g/kWh bei maximaler Leistung. Bei 1.755 U/min hat der Schlepper eine Leistung von 92,7 kW und einen Verbrauch von 23 l/h. Das ergibt einen spezifischen Verbrauch von 209,6 g/kWh. Somit beträgt der

Leistungsverlust bei 1.755 U/min gegenüber 1.901 U/min 3 kW, aber es kann bei der geringen Drehzahl über 1 Liter Kraftstoff eingespart werden. Bei einer Drehzahl von 2.196 U/min hat der Schlepper eine Leistung von 93,7 kW, aber der Verbrauch liegt um über 2 Liter höher als bei 1.755 U/min. Erst bei einer Drehzahl unter 1.600 U/min steigt der spezifische Verbrauch wieder an. Der Verbrauch pro Stunde wird allerdings wegen der geringen Leistung weniger

### 3.2 Massey Ferguson

Bei der Leistungsprüfung mit dem MF 7480 wurden ebenfalls die Drehzahl, das Drehmoment, die Leistung, der Verbrauch und der daraus resultierende spezifische Verbrauch ermittelt. In der folgenden Tabelle sind alle Daten aufgeführt.

**Tab. 2:** Datenblatt von MF 7480 ohne Chip

#### Prüfablauf nach DIN 70020

#### Leistungsreduktion nach DIN ISO 3036

Nr.	Drehzahl [U/min]	Drehmoment [Nm]	Leistung [kW]	Verbrauch [l/h]	spez. Verbr. [g/kWh]
1	2.220	0	0,0	8,2	
2	2.152	420	92,7	25,3	230,5
3	2.040	435	90,8	25,3	235,5
4	1.905	465	90,8	25,9	240,7
5	1.755	490	88,8	24,2	230,3
6	1.597	515	84,8	22,6	224,6
7	1.446	532	78,9	20,4	217,9
8	1.304	518	69,1	17,6	215,4

Beim MF 7480 ohne Chip liegt die maximale Leistung bei 92,7 kW. So liegt der Verbrauch mit 2.152 U/min bei 25,3 l/h (siehe Tab. 2). Im oberen Drehzahlbereich von 2.152 bis 1.905 U/min sind Leistung und Verbrauch relativ gleich. Grund hierfür ist die im Gegensatz zum JD 6620 geringere maximale Drehzahl von 2.220 U/min. Somit sind die Sprünge in der Drehzahl wesentlich kleiner, und damit auch die Unterschiede in Leistung und Verbrauch.

Es sind aber auch Messfehler nicht ausgeschlossen, denn es ist untypisch, dass der Schlepper bei 2.152 U/min seine maximale Leistung erreicht. Im unteren Drehzahlbereich von 1.700 bis 1.300 U/min sind die Werte allerdings wieder typisch. So ist gut zu erkennen, dass der Verbrauch bei sinkender Drehzahl immer geringer wird und gerade im Bereich von 1.900 bis 1.500 U/min, die Leistung nur geringfügig abnimmt. So hat der Schlepper bei 1.597 U/min noch eine Leistung von fast 85 kW.

Bei einem spezifischen Verbrauch von 224,6 g/kWh. Folglich liegt die optimale Wirtschaftlichkeit im Bereich von 1.600 bis 1.700 U/min, in der Variante ohne Chip.

### 3.3 Systemvergleich

Als Referenz wurde das Gerät FM3-100 der Fa. KM-Maschinenbau gewählt. Die Vergleichsmessungen der verschiedenen Systeme begannen mit der Messung der Systeme von VDO-Kienzle und von der Fa. Degenhart, da diese beiden Systeme auf dem JD 6620 installiert waren.

Wie im Kapitel 4.2.2 und 4.2.3 beschrieben, handelt es sich hierbei um eine mechanische Messung mit dem VDO-Kienzle, und eine elektronische Messung mit dem Degenhart Modell. Alle drei Systeme wurden unter denselben konstanten Bedingungen miteinander verglichen. Bei dem Versuch mit Chip wichen die Motordrehzahlen minimal von dem ohne Chip ab.

**Tab. 3:** Vergleich von verschiedenen Systemen ohne Chip auf dem JD 6620

<b>Drehzahl</b>	<b>FM 3 - 100 ohne Chip in [l/h]</b>	<b>Degenhart ohne Chip in [l/h]</b>	<b>Abweichung zum FM 3-100 in %</b>	<b>VDO ohne Chip in [l/h]</b>	<b>Abweichung zum FM 3-100 in %</b>
2.499	11,5	12,1	5,2	10	-13,0
2.205	25,3	31,6	24,9	25,6	1,2
1.899	23,6	30	27,1	23,4	-0,8
1.605	21,3	26	22,1	20,9	-1,9
<b>Durchschnitt</b>			<b>19,8</b>		<b>4,2</b>

In der ersten Messung war der Chip aus dem JD 6620 ausgebaut. Ohne Last bei 2.499 U/min, hatte das Referenzsystem vom Prüfstand 11,5 l/h angezeigt. Das System von VDO-Kienzle hat 1,5 l/h weniger, und das System der Firma Degenhart hat 0,6 l/h mehr angezeigt. So sind die Werte sehr nah beieinander. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass diese Messung ohne Last stattfand und damit die Fördermengen sehr gering waren. Bei so kleinen Mengen kann es mit einem mechanischen Messsystem, wie der VDO-Kienzle zu Ungenauigkeiten kommen. Denn für eine genaue Messung, müssen die beiden Messkammern ausreichend gefüllt sein. Dies ist auch der Grund, warum beim VDO-Kienzle in der ersten Messung die Abweichung zum Referenzsystem bei 13 % lag.

Bei den folgenden Messungen wurden die Schwankungen größer. So zeigte das System der Firma Degenhart bei den anderen drei Messungen immer 4 bis 6 l/h mehr an. Die Abweichung zum Referenzsystem lag mit 1.899 Motorumdrehungen bei 27,1 %. Das ist darauf zurückzuführen, dass das System der Fa. Degenhart vorher

nicht neu kalibriert wurde. Die Verbrauchstendenzen stimmten jedoch. So hat der Schlepper, laut dem Referenzsystem, bei einer Drehzahlabnahme von 2.205 auf 1.899 U/min 1,7 l/h weniger gebraucht. Das System der Fa. Degenhart gab 1,6 l/h weniger an. Man kann also erkennen, dass das System die Veränderungen genau misst, und nur durch die fehlende Kalibrierung die tatsächliche Menge falsch anzeigte.

Das System der Firma VDO-Kienzle hat fast immer dieselben Werte angezeigt, wie das Referenzsystem. Abgesehen von der ersten Messung, lag die höchste Abweichung bei 1,9 %. Auffällig bei dem System von VDO-Kienzle allerdings, dass es bei diesen geringen Abweichungen fast immer weniger anzeigte als das Referenzsystem. Hätte es mehr angezeigt, wäre dies leicht zu erklären. Denn die Kalibrierung wurde vorgenommen, als der Kraftstoff noch nicht so erhitzt war. Im Laufe des Versuches sind die Temperaturen vom Kraftstoff durch die Reibung in den Leitungen stark angestiegen. Aufgrund dieser Erwärmung dehnt sich der Kraftstoff aus. Da das Gerät von VDO-Kienzle die Kraftstofftemperatur nicht berücksichtigt, würde das Gerät zu viel anzeigen. In diesem Versuch lagen die Werte allerdings fast immer niedriger, als die Werte vom Referenzsystem. Das ist nur damit zu erklären, dass die Kalibrierung des Systems nicht genau war, oder die Messkammer im Rücklauf zu viel angezeigt hat. Beim VDO-Kienzle passten aber nicht nur die Messwerte zu dem Referenzsystem, sondern auch die Verbrauchstendenzen wurden korrekt angezeigt. So ist bei beiden Systemen zu erkennen, wenn sie richtig kalibriert werden, stimmt auch der Momentanverbrauch. Die Systeme funktionieren aber bei korrekter Einstellung.

Bei der Variante mit Chiptuning, sahen die Ergebnisse ähnlich aus (s. Tab. 4). Auch hier zeigte das System VDO-Kienzle ziemlich genau an. Nur die erste Messung, wieder ohne Last, wich stark von den folgenden Messungen ab.

**Tab. 4:** Vergleich von verschiedenen Systemen mit Chip auf dem JD 6620

<b>Drehzahl</b>	<b>FM 3 -100 mit Chip in [l/h]</b>	<b>Degenhart mit Chip in [l/h]</b>	<b>Abweichung zum FM 3-100 in %</b>	<b>VDO mit Chip in [l/h]</b>	<b>Abweichung zum FM 3-100 in %</b>
2.496	12,1	10,5	-13,2	9,0	-25,6
2.203	28,2	31,6	12,1	27,6	-2,1
1.896	25,9	30,0	15,8	25,2	-2,7
1.601	23,0	26,0	13,0	22,0	-4,3
<b>Durchschnitt</b>			<b>13,5</b>		<b>8,7</b>

Die Messungen im Drehzahlbereich von 2.200 bis 1.600 U/min, wichen aber nur zwischen 2 und 4 % ab. Auch bei dieser Variante zeigte der VDO-Kienzle immer

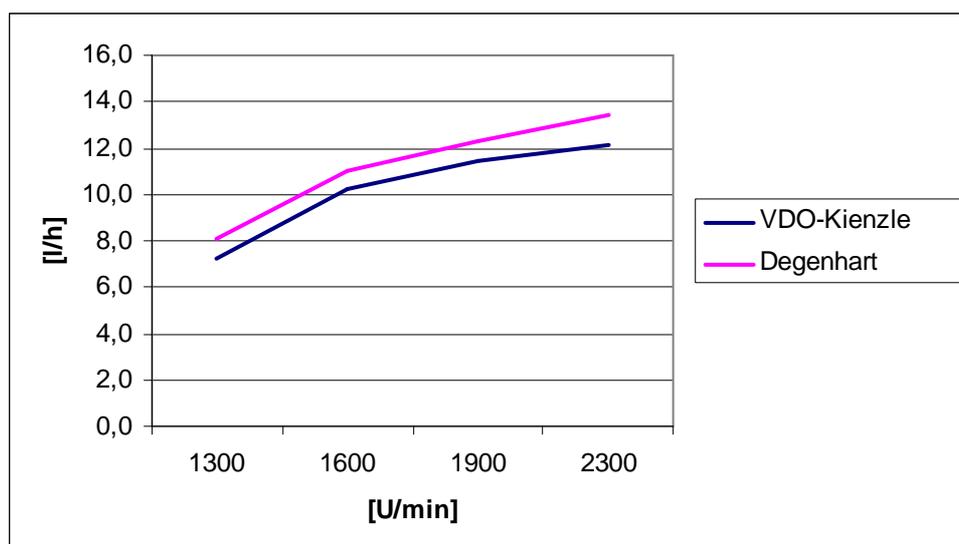
weniger an, als das Referenzsystem. Die Abweichungen sind sogar größer geworden. Auch das ist auf eine falsche Kalibrierung zurückzuführen. Die Verbrauchstendenzen stimmten aber wieder überein.

Bei dem System von Degenhart kam es aufgrund von einer fehlenden Kalibrierung wieder zu Abweichungen. Dieses Mal sind die Abweichungen etwas geringer und lagen zwischen 3 und 4 l/h, das entspricht einer durchschnittlichen Abweichung von 13,5 %. Grund hierfür könnte sein, dass die Daten vom CAN-Bus mit Chiptuning besser zu der tatsächlich verbrauchten Menge passen.

In dem nächsten Versuch mit dem System Massey Ferguson lässt sich gut verdeutlichen, warum bei den elektronischen Messsystemen eine Kalibrierung sehr wichtig ist.

#### 4. Feldversuch

Bei dem Feldversuch mit dem JD 6620 wurde mit dem System von VDO-Kienzle und dem System der Firma Degenhart der Kraftstoffbedarf bei unterschiedlicher Drehzahl (1.300 U/min, 1.600 U/min, 1.900 U/min und 2.300 U/min), aber gleich bleibender Geschwindigkeit (30 km/h) gemessen. Hierbei hat sich ganz eindeutig gezeigt, welche Auswirkungen kleine Veränderungen in der Drehzahl haben (siehe Abb. 6).



**Abb. 6** Kraftstoffverbrauchsmessung bei einer konstanten Geschwindigkeit und unterschiedlichen Drehzahlen mit einem JD 6620

Bei 2.300 U/min zeigte das System VDO-Kienzle einen Verbrauch von 12,1 l/h und das System Degenhart 13,4 l/h an. Das waren im Gegensatz zu 1.300 U/min in

beiden Fällen rund 5 l/h mehr. Auch wenn die Zahlen vielleicht absolut nicht richtig sind, zeigen doch die Verbrauchstendenzen, wie groß die Schwankungen im Kraftstoffbedarf sein können.

## **5. Fazit aus Ergebnissen**

In sämtlichen Versuchen wird die Genauigkeit, der verschiedenen Systeme überprüft. Es hat sich herausgestellt, dass alle Systeme Abweichungen zu dem Referenzsystem hatten. Die Abweichungen lagen im Schnitt zwischen 2,7 % und 19,8 %.

Das System von Massey Ferguson hatte mit 2,7 % die geringste Abweichung. Das System der Fa. Degenhart hatte mit 19,8 % die größte Abweichung. Dies ist allerdings auf die zu diesem Zeitpunkt fehlende Kalibrierung zurückzuführen. Das System der Firma VDO-Kienzle hat in der Variante mit Chip eine Abweichung von 8,7 % und in der Variante ohne Chip 4,2 %. Wären die Abweichungen in der ersten Messung ohne Last nicht gravierend, hätte das System im Durchschnitt bedeutend besser abgeschnitten. Mit Chip wäre es eine Abweichung von 3 % gewesen und ohne Chip nur 1,3 %. Somit hätte in diesem Fall das System VDO-Kienzle am besten abgeschnitten.

Die Verbrauchstendenzen sind allerdings bei allen Systemen richtig. Die verschiedenen Systeme können dem Fahrer somit eine große Hilfe sein, Kraftstoff zu sparen.

Bei dem Feldversuch wird genau gezeigt, wie groß der Einfluss des Fahrers auf die verbrauchte Menge ist. Und welches Einsparpotenzial bei unterschiedlichen Fahrweisen besteht.

## **6. Nutzen von Kraftstoffverbrauchsmesssystemen**

Das Ziel eines Kraftstoffverbrauchsmesssystems ist es, den Fahrer über den momentanen Verbrauch, Verbrauchstrend oder den Gesamtverbrauch zu informieren. Der Nutzen, den der Fahrer aus diesen Informationen zieht, kann sehr vielseitig sein.

Viele Unternehmen, die ihre Fahrzeuge mit einem solchen System ausstatten, haben die Hoffnung, dass der Fahrer durch die ständige Information über den Verbrauch sensibilisiert wird, und dadurch das Fahrzeug nicht ständig in einem

Drehzahlbereich, bei hohem Kraftstoffverbrauch fährt. Aber nicht nur das Fahren am Limit führt zu einem hohen Kraftstoffverbrauch, auch im mittleren Drehzahlbereich lässt sich Diesel einsparen.

So hat der Fahrversuch in dieser Arbeit gezeigt, dass man nur mit einer niedrigeren Drehzahl des Motors rund 5 l/h einsparen kann.

Der Fahrer kann am Display ebenfalls ablesen, was zum Beispiel eine kurzfristige Beschleunigung vor einer roten Ampel oder am Ende des Feldes unnötig verbraucht, und somit zu der Erkenntnis kommen, dass Kosten und Nutzen nicht im Verhältnis stehen.

In der Praxis zeigt sich oft, dass es den Fahrern in den ersten Tagen oder Wochen noch Spaß macht ihre Fahrweise dem Verbrauch anzupassen, aber über einen längeren Zeitraum gesehen, ein solches System keinen Erfolg hat, weil sich alte Verhaltensmuster wieder einschleichen. Diesem Effekt wirken viele Unternehmen mit einem Belohnungssystem entgegen. Die Verbrauchsdaten der einzelnen Fahrer werden zum Beispiel über ein Jahr gespeichert und am Ende des Jahres ausgewertet. Die Fahrer, die den geringsten Verbrauch über das Jahr hatten, werden dann belohnt.

Auf landwirtschaftlichen Familienbetrieben ist der Betriebsleiter häufig auch der Fahrer, somit besteht das Bedürfnis Kraftstoff zu sparen, um die Kosten zu senken und den Gewinn zu maximieren. Daher sollte gerade in diesen Betrieben der Einsatz eines solchen Systems von Erfolg gekrönt sein. Mittlerweile bieten einige Hersteller auch schon Systeme an, die bei einem erhöhten Verbrauch ein Warnsignal abgeben, und somit der Fahrer erinnert wird, seine Fahrweise anzupassen. Um einen Fahrer zu sensibilisieren ist es nicht nötig, ein sehr genaues und damit auch ein relativ teures System zu kaufen. Denn auch, wenn die angezeigten Verbrauchswerte nicht stimmen, ist es dem Fahrer immer noch möglich einen Trend zu erkennen und so die Fahrweise anzupassen.

Bei den getesteten Systemen in dieser Arbeit wird deutlich, dass die Systeme immer besser und genauer werden. So konnte die Genauigkeit des Systems von der Firma Massey Ferguson mit 2,7 % Abweichung überzeugen. Auch das System von VDO-Kienzle war mit einer Genauigkeit von 4,2 % vom Referenzwert schon sehr gut. Die Verbrauchstrends wurden jedoch von allen Systemen richtig angezeigt. Somit wäre das Ziel, den Fahrer mit einem solchen System zu unterstützen einen verbrauchsärmeren Fahrstil zu erlernen, immer noch erreicht.

Ist das eigentliche Ziel, mehr Informationen für den täglichen Gebrauch zu erhalten, so ist es empfehlenswert, ein sehr genaues System zu installieren. Im Handel sind heute schon sehr genaue Systeme für einen vergleichsweise günstigen Anschaffungspreis zu erhalten. Stimmen die Daten mit dem tatsächlichen Verbrauch überein, ergeben sich für den Unternehmer eine Vielzahl neuer Möglichkeiten. Die meisten Geräte verfügen heute schon über mehrere Speicherplätze, die es dem Betriebsleiter ermöglichen, den Kraftstoff für verschiedene Arbeiten zu dokumentieren. Das hat den Vorteil, dass er am Ende des Jahres genau weiß, wie viel Dieselkraftstoff zum Beispiel für das Pflügen, Drillen oder Grubbern verbraucht wurde. Unter Berücksichtigung aller anderen variablen Kosten, ist es dem Betriebsleiter möglich zu entscheiden, ob eine ackerbauliche Maßnahme wirtschaftlich ist oder nicht. Oft werden Betriebsleiter erst nachdenklich, wenn sie Zahlen sehen und feststellen, wie hoch die Kosten sind.

Mit einem Kraftstoffverbrauchsmesssystem besteht aber auch die Möglichkeit, eigene Versuche zu fahren. Man kann zum Beispiel mit unterschiedlichen Reifendrücken fahren und vergleichen, ob ein höherer Reifendruck vielleicht Kraftstoff spart und wenn ja wie viel. Auch bei der Bodenbearbeitung stellt sich oft die Frage, muss man wirklich 25 cm tief pflügen oder reichen auch 23 cm aus. Bemerkt man dann im Versuch einen deutlichen Unterschied beim Kraftstoffbedarf, fällt die Entscheidung oft zugunsten der flacheren Variante aus. Mit einem solchen vergleichsweise einfachen Versuch, wurde auch der Fahrversuch bei einer konstanten Geschwindigkeit und unterschiedlichen Drehzahlen für diese Arbeit durchgeführt. So konnte mit einem einfachen Versuch ein eindeutiges Ergebnis erzielt werden. Auch wenn die Daten nicht sehr genau waren, erhält der Fahrer trotzdem die Information, dass er mit einer anderen Fahrweise viel Kraftstoff sparen kann. Das Wichtigste bei den verschiedenen Versuchen ist, dass der Fahrer erkennt, wie groß die Möglichkeiten sind mit unterschiedlichen Geräteeinstellungen Kraftstoff einzusparen.

Mit einem Schlepper, der über ein GPS-System verfügt, kann zusätzlich eine so genannte Kraftstoffverbrauchskarte erstellt werden. Damit kann der Landwirt die verschiedenen Verbräuche einer Teilfläche zuordnen. So kann der Landwirt im Nachhinein auf der Karte sehen, auf welchen Teilflächen viel oder wenig Kraftstoff verbraucht wurde. Mit dem System der Firma Massey Ferguson ist es sogar möglich, den Teilflächen bestimmte Motorauslastungen oder Drehzahlen zuzuweisen. Damit ist es möglich, zu Hause die Karten zu betrachten und Rückschlüsse auf die Fahrweise und den Boden zu ziehen. Bei einer geringen Motorauslastung und einer hohen Drehzahl, ist der hohe Kraftstoffverbrauch auf den Fahrer zurückzuführen.

Durch die ständig steigenden Dieselpreise, sind in den letzten Jahren immer mehr **Lohnunternehmer** dazu übergegangen, ihr Abrechnungssystem umzustellen und

den Diesel separat zu berechnen. Um dieses Abrechnungssystem zu erleichtern, rüsten immer mehr Lohnunternehmer ihre Fahrzeuge mit einem Kraftstoffverbrauchsmesssystem aus. Damit ist es den Unternehmen möglich, die jeweilig benötigte Kraftstoffmenge zu ermitteln und dem Kunden in Rechnung zu stellen. Auf vielen landwirtschaftlichen Betrieben werden heute immer mehr Arbeiten vom Lohnunternehmer durchgeführt, so dass der Landwirt selber, die 10.000 l-Grenze für eine Dieselerückvergütung nicht mehr erreicht. Die vom Verbrauchssystem des Lohnunternehmers angegebene Menge kann für die Dieselerückvergütung des Landwirts berücksichtigt werden. Darüber hinaus kann der Lohnunternehmer so seine steigenden Preise auch besser erklären, und trifft im Kundenkreis vielleicht auf mehr Verständnis.

Ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem gibt also nicht nur Auskunft über die verbrauchte Kraftstoffmenge, sondern gibt dem Fahrer und Unternehmer viele Möglichkeiten, diese Daten anderweitig zu nutzen. Gleichzeitig ist es für den Unternehmer auch eine Art Überwachungssystem, und er kann den jeweiligen Fahrern einen verbrauchsstarken oder verbrauchsschwachen Fahrstil zuordnen. Verbraucht ein Fahrer nun bedeutend mehr als andere, ist dies schnell bekannt und der Arbeitgeber kann Maßnahmen ergreifen.

Berücksichtigen muss man allerdings, dass der Einbau eines Kraftstoffverbrauchsmesssystems immer eine bauliche Veränderung des Schleppers ist. Es muss also nicht nur das System selbst vom TÜV geprüft sein, auch der Einbau darf keine Auswirkungen auf die Einsatzsicherheit des Schleppers haben. Des Weiteren ist ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem auch immer ein zusätzliches Verschleißteil. Die Systeme müssen regelmäßig gewartet bzw. auch erneuert werden, was wiederum mit Kosten verbunden ist. Ist der Kraftstoff verunreinigt, besteht bei mechanischen Messsystemen die Gefahr der Verstopfung, was zum Stillstand der Maschine führen kann. Es ist auch darauf zu achten, dass das Verbrauchsmesssystem eine ausreichende Menge fördert und es nicht zu Druckverlusten in den Leitungen kommt.

Die Wirtschaftlichkeit eines Kraftstoffverbrauchsmesssystems ist abhängig von den Anschaffungs- und Installationskosten. Die Anschaffungskosten für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem sind in den letzten Jahren gefallen. So erhält man im Handel schon gute und günstige Systeme für mechanische Einspritzpumpen um die 1.000 €. Für elektronische Einspritzpumpen sind die Anschaffungskosten um 200-300 € niedriger. Voraussetzung hierbei ist allerdings immer, dass der Schlepperhersteller die Daten vom CAN-Bus freigegeben hat. Bei mechanischen Kraftstoffverbrauchsmesssystemen kommen gegebenenfalls noch Kosten für zusätzliche Kraftstoffleitungen und Verschraubungen hinzu.

Die Kosten für den Einbau müssen zusätzlich berücksichtigt werden. Je nach System dauert der Einbau circa. 1 bis 5 Stunden. Mit etwas Erfahrung und technischem Verständnis ist es aber kein Problem das System selber einzubauen. So belaufen sich die gesamten Kosten für den Einbau und die Anschaffung für das System VDO-Kienzle auf rund 1.200 bis 1.400 €. In der Beispielsrechnung in Tab. 5 sind Kosten und Ersparnisse, in zwei verschiedenen Varianten dargestellt. Die Varianten unterscheiden sich in der Ersparnis pro Betriebsstunde. Es wurde einmal mit 1 l/h und einmal mit 3 l/h gerechnet. Die Einbau- und die Anschaffungskosten sind auf 6.000 Betriebsstunden umgelegt und entsprechen den jährlichen Kosten. Kosten für Wartung und Instandhaltung fallen bei qualitativ hochwertigem Kraftstoff nicht an. Die jährlichen Kosten betragen nach dieser Rechnung etwa 100 €. Die jährliche Ersparnis hängt von der eingesparten Menge Kraftstoff, den Betriebsstunden pro Jahr und dem Kraftstoffpreis ab. Die Ersparnis beträgt so, bei einer Dieseleinsparung von einem Liter pro Stunde etwa 660 € pro Jahr. Bei der Variante II mit einer Ersparnis von 3 l pro Betriebsstunden beläuft sich dies auf 1.980 €. Werden die Kosten von der Ersparnis abgezogen, erhält man in der Variante I insgesamt eine Ersparnis von 558 € und in der Variante II von 1.878 € pro Jahr. Die Anschaffung hat sich somit, je nach Einsparung bereits nach ein bis zwei Jahren amortisiert.

Durch diese Rechnung wird verdeutlicht, wie groß der finanzielle Nutzen für den Unternehmer sein kann. Somit lohnt sich die Investition schon bei geringen Kraftstoffeinsparungen. Der Nutzen eines Kraftstoffverbrauchmesssystems, kann je nach Anwendung sehr vielseitig sein, und für viele Unternehmen nicht nur eine Arbeitserleichterung, sondern auch eine finanzielle Entlastung sein. (NN, 2007e), (BEUNK, 2007)

**Tab. 5:** Einsparpotenzial durch ein Kraftstoffverbrauchmesssystem

<b>Einsparung</b>	<b>VDO-Kienzle Variante I 1 l/h</b>	<b>VDO-Kienzle Variante II 3 l/h</b>
<b>Anschaffungskosten €</b>	1.011	1.011
<b>Abschreibung € (6000 Bh)</b>	0,1685	0,1685
<b>Einbaukosten verteilt auf 6000 Bh €</b>	0,03	0,03
<b>Kraftstoffeinsparung l/h</b>	1	3
<b>Kraftstoffpreis €</b>	1,1	1,1
<b>Betriebsstunden pro Jahr</b>	600	600
<b>Kosten pro Jahr€</b>	101,43	101,43
<b>Ersparnis pro Jahr€</b>	660,00	1.980,00
<b>Ersparnis abzüglich der Kosten€</b>	<b>558,57</b>	<b>1.878,57</b>

## 7. Zusammenfassung

Aufgrund der steigenden Kraftstoffpreise ist es in der Zukunft immer wichtiger, den Kraftstoffverbrauch so gering wie möglich zu halten. Ein Ackerbaubetrieb mit 100 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche und einem Arbeitszeitbedarf von 12,5 h/ha und einer Ersparnis von 1,5 l/h, kann jährlich etwa 1.250 Liter Diesel einsparen. Das sind jährlich, bei einem Dieselpreis von 1,10 € 1.375 €.

Aber nicht nur die Kraftstoffpreise sind ein Argument für einen geringen Kraftstoffbedarf, sondern auch die Umwelt. Je weniger Kraftstoff verbraucht wird, desto geringer sind auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Um diese Ziele zu erreichen, kann ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem eine große Hilfe sein.

Auch wenn die Genauigkeit der verschiedenen Systeme nicht immer zufriedenstellend war, waren die Verbrauchstendenzen immer richtig. Damit lässt sich mit einem Blick auf dem Anzeigendisplay erkennen, wie sich die Fahrweise auf den Kraftstoffbedarf auswirkt.

Die meisten Hersteller von Traktoren bieten heute Kraftstoffverbrauchsmesssysteme auf elektronischer Basis an. Somit sind es keine mechanischen Volumenstrommesser, sondern elektronische Messgeräte, die die Daten vom Motorkennfeld nutzen. Grund dafür, dass immer mehr Hersteller diese Systeme anbieten, ist die ständig steigende Nachfrage und der kostengünstige und sehr einfache Einbau von elektronischen Messsystemen. Bei einigen Herstellern ist der Einbau bereits serienmäßig. Diese Tatsache wird vermutlich in Zukunft dafür sorgen, dass die meisten anderen Hersteller ihre Verbrauchsmesssysteme auch serienmäßig einbauen werden, und damit zukünftig immer mehr Landwirte eine Verbrauchsanzeige auf ihrem Schlepper haben. Das sollte dazu führen, dass die Genauigkeit dieser Systeme in den nächsten Jahren besser wird. Denn je mehr Systeme auf dem Markt sind, desto mehr Erfahrungen können gesammelt werden, und damit kann dann auch die Technik verbessert werden. Aber als Hilfsmittel, um in der Landwirtschaft oder in anderen Bereichen Kraftstoff zu sparen, reicht der heutige Stand der Technik aus. Alle in dieser Arbeit getesteten Systeme sind praxistauglich und für die Landwirtschaft geeignet.

## 8. Literaturverzeichnis

- BENTSCHEVA, N. V. 1999 Kraftstoffverbrauchsmessungen in Landmaschinen  
Landtechnik 5, 54. Jahrgang, 278 – 279
- HERRMANN, L.  
KUTZBACH, H. D.  
SCHREIBER, M.  
SCHUTTE, B. 2004 Die Kartierung des Kraftstoffverbrauchs  
Landtechnik 3, 59. Jahrgang, 152 – 153
- MORDHORST, R. 2003 Vergleich von Kraftstoffverbrauchsmessgeräten für  
landwirtschaftliche Fahrzeuge,  
Diplomarbeit an der FH Kiel, FB Landbau  
Nr. 1387
- RENFERT-  
DEITERMANN, D. 2005 Dem Dieserverbrauch auf der Spur  
Profi 10, 52 – 53

# Anhang

Dieseltechnik Lindemann, 24783 Osterrönhof, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

Datenblatt von		JD 6620			Datum	09.04.2008
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nenndrehzahl	Normdrehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur	
9.4.2008_Normal_2	RD-DL 49		1000	1018	15	
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber			
xx	xx	1500:670	RKL			
Bemerkungen						
Prüfablauf nach DIN 70020						
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046						

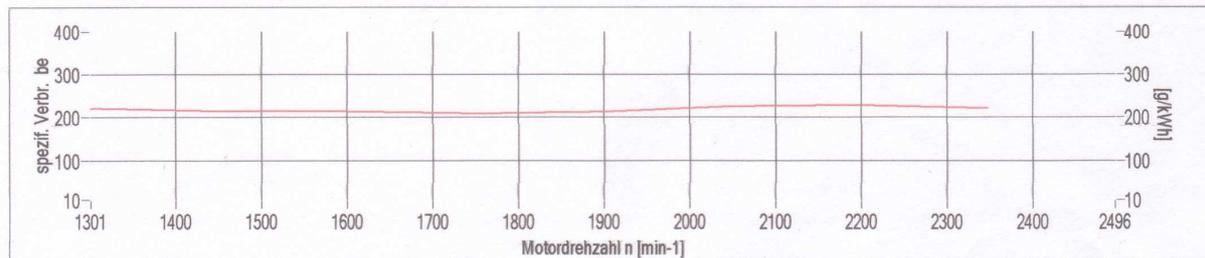
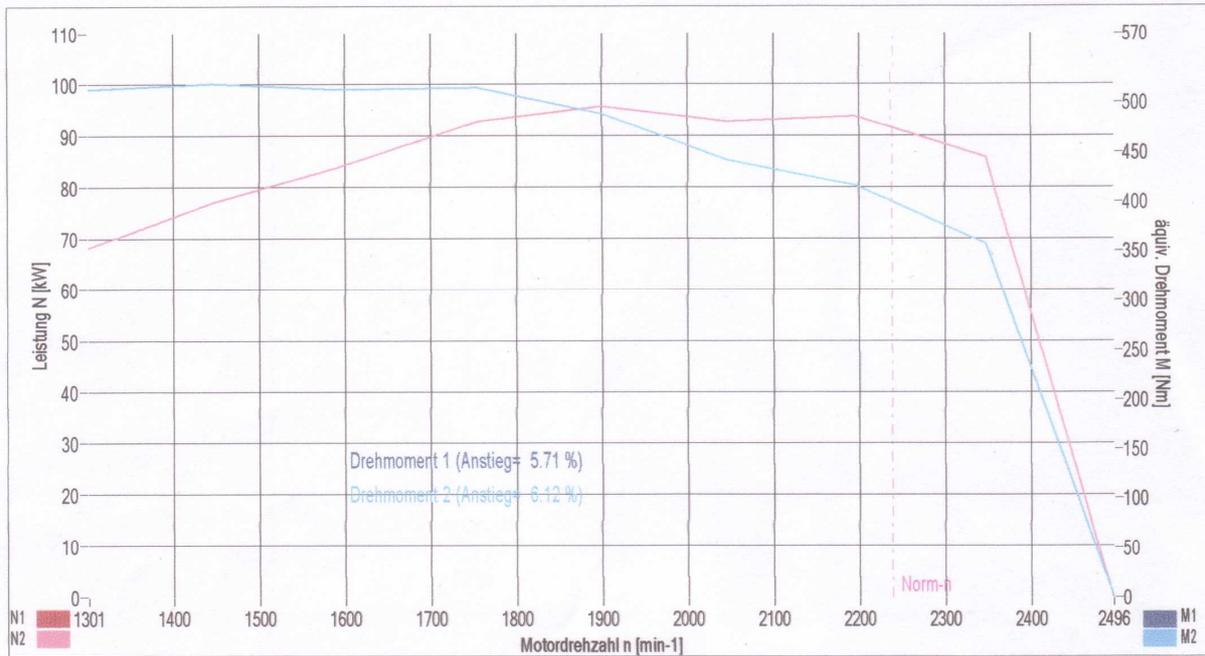
Nr.	Drehzahl [1/min]	Drehmoment [Nm]	Leistung [kW]	Verbrauch [l/h]	spez. Verbr. [g/kWh]
1	2496	2	0,0	3,5	+Inf
2	2349	357	85,8	22,4	220,8
3	2196	416	93,7	25,3	228,1
4	2046	442	92,7	24,7	225,3
5	1901	489	95,7	24,2	213,2
6	1755	515	92,7	23,0	209,6
7	1592	513	83,9	21,3	214,4
8	1446	519	77,0	19,6	214,7
9	1301	513	68,1	17,8	221,3

Dieselschneidwerk Lindemann, 24783 Osterröfnfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

Datenblatt von		JD 6620			Datum	09.04.2008
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nennndrehzahl	Normdrehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur	
9.4.2008_Verbrauch	RD-DL 49		1000	1018	15	
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber			
xx	xx	1500:670	RKL			
Bemerkungen						
Prüfablauf nach DIN 70020						
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046						

Nr.	Drehzahl [1/min]	Drehmoment [Nm]	Leistung [kW]	Verbrauch [l/h]	spez. Verbr. [g/kWh]
1	2499	0	0,0	11,5	+Inf
2	2205	412	93,7	25,3	228,1
3	1899	490	95,7	23,6	208,2
4	1605	516	84,8	21,3	211,9

Datenblatt von		JD 6620		Datum	09.04.2008
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nenn-drehzahl	Norm-drehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur
9.4.2008_Normal_2	RD-DL 49		1000	1018	15
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber		
XX	XX	1500:670	RKL		
Bemerkungen					
Prüfablauf nach DIN 70020					
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					



Dieselmotortechnik Lindemann, 24783 Osterrönnfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

<b>Datenblatt von</b>		<b>JD 6620</b>		Datum 09.04.2008	
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nennzahl	Normzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur
9.4.2008	RD-DL 49		1000	1018	15
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber		
XX	XX	1500:670			
Bemerkungen					
Prüfablauf nach DIN 70020					
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					

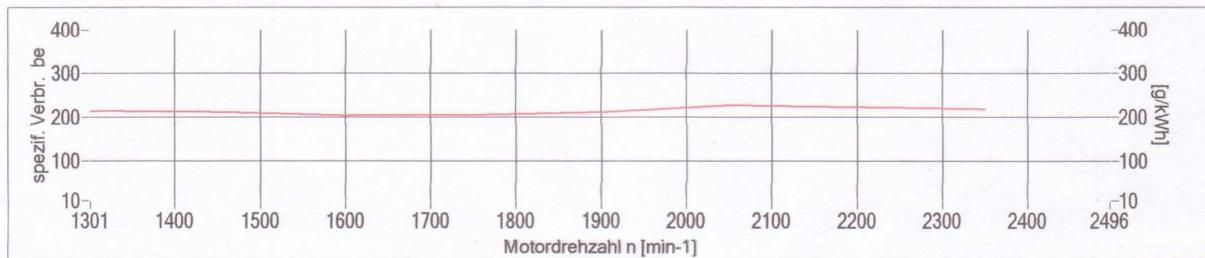
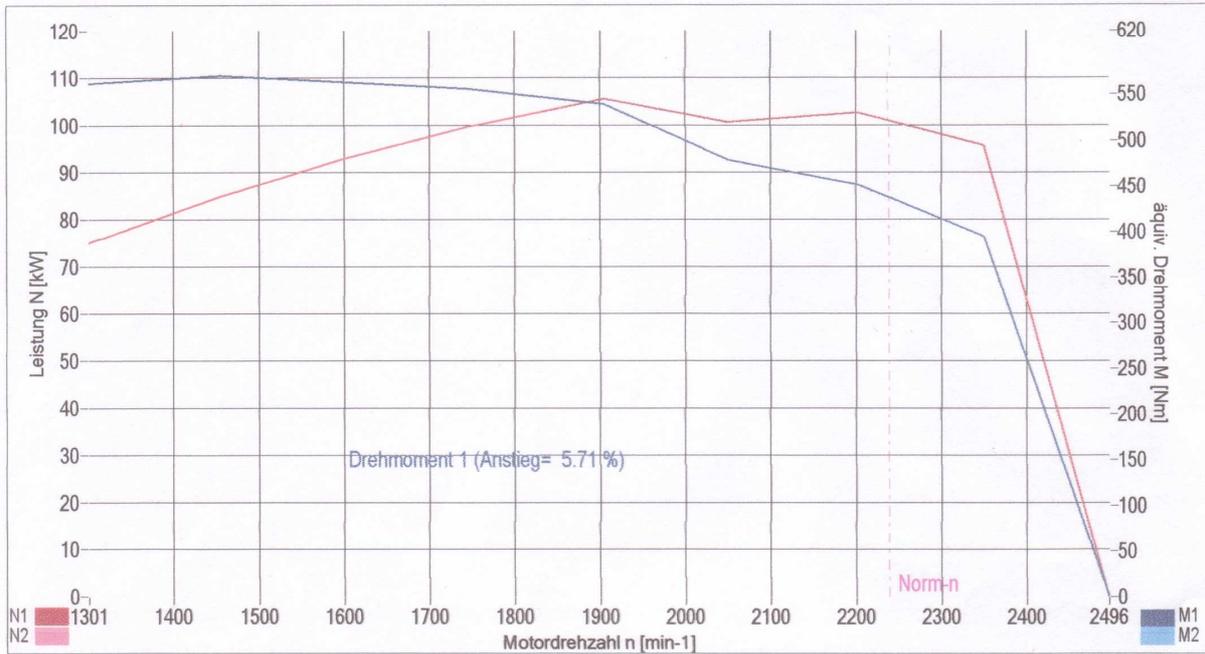
Nr.	Drehzahl	Drehmoment	Leistung	Verbrauch	spez. Verbr.
	[1/min]	[Nm]	[kW]	[l/h]	[g/kWh]
1	2496	2	0,0	12,1	+Inf
2	2351	395	95,7	24,7	218,3
3	2203	452	102,6	27,0	222,6
4	2051	479	100,6	27,0	226,9
5	1905	540	105,6	26,5	211,7
6	1746	556	99,6	24,2	204,8
7	1596	564	92,7	22,4	204,3
8	1455	570	84,8	21,3	211,9
9	1301	562	75,0	19,0	213,8

Dieselftechnik Lindemann, 24783 Osterrönfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

<b>Datenblatt von</b>		<b>JD 6620</b>		Datum 09.04.2008	
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nenndrehzahl	Normdrehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur
9.4.2008_Verb_chip_2	RD-DL 49		1000	1018	15
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber		
xx	xx	1500:670	RKL		
Bemerkungen					
Prüfablauf nach DIN 70020					
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					

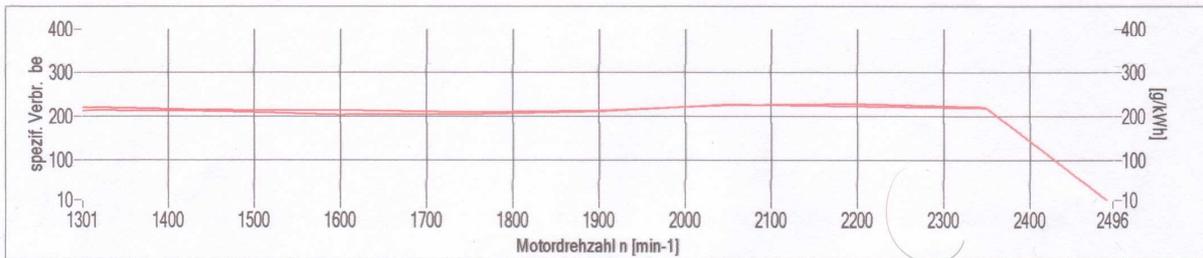
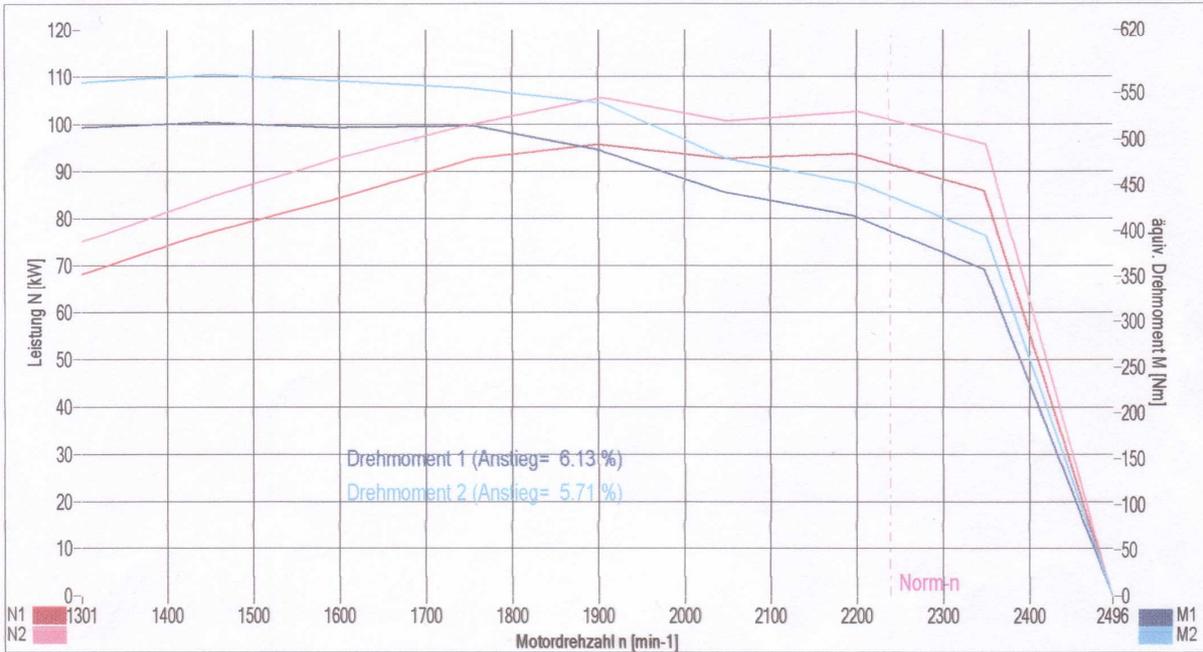
Nr.	Drehzahl [1/min]	Drehmoment [Nm]	Leistung [kW]	Verbrauch [l/h]	spez. Verbr. [g/kWh]
1	2496	1	0,9	12,1	111
2	2203	482	109,5	28,2	217,4
3	1896	544	166,5	25,9	205,2
4	1601	568	93,7	23,0	207,4

<b>Datenblatt von</b>		<b>JD 6620</b>		Datum 09.04.2008	
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nennrehzahl	Normdrehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur
9.4.2008	RD-DL 49		1000	1018	15
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber		
XX	XX	1500:670			
Bemerkungen					
Prüfablauf nach DIN 70020					
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					



Dieselsystem Lindemann, 24783 Osterröfnfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

<b>Datenblatt von</b>		<b>JD 6620</b>			Datum	09.04.2008
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nennrehzahl	Normrehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur	
9.4.2008_Normal_2	RD-DL 49		1000	1018	15	
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber			
xx	xx	1500:670	RKL			
Bemerkungen						
Prüfablauf nach DIN 70020						
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046						



Dieselftechnik Lindemann, 24783 Osterröfnfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

<b>Datenblatt von</b>		<b>MF 7480</b>		Datum 15.04.2008	
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nennndrehzahl	Normdrehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur
15.4.2008-orginal_2	RD-DL 390		1000	1018	15
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber		
xx	xx	810:390	RKL		
Bemerkungen					
Prüfablauf nach DIN 70020					
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					

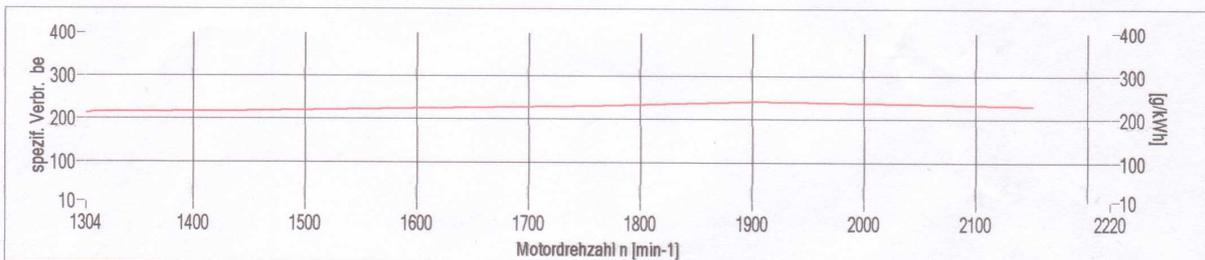
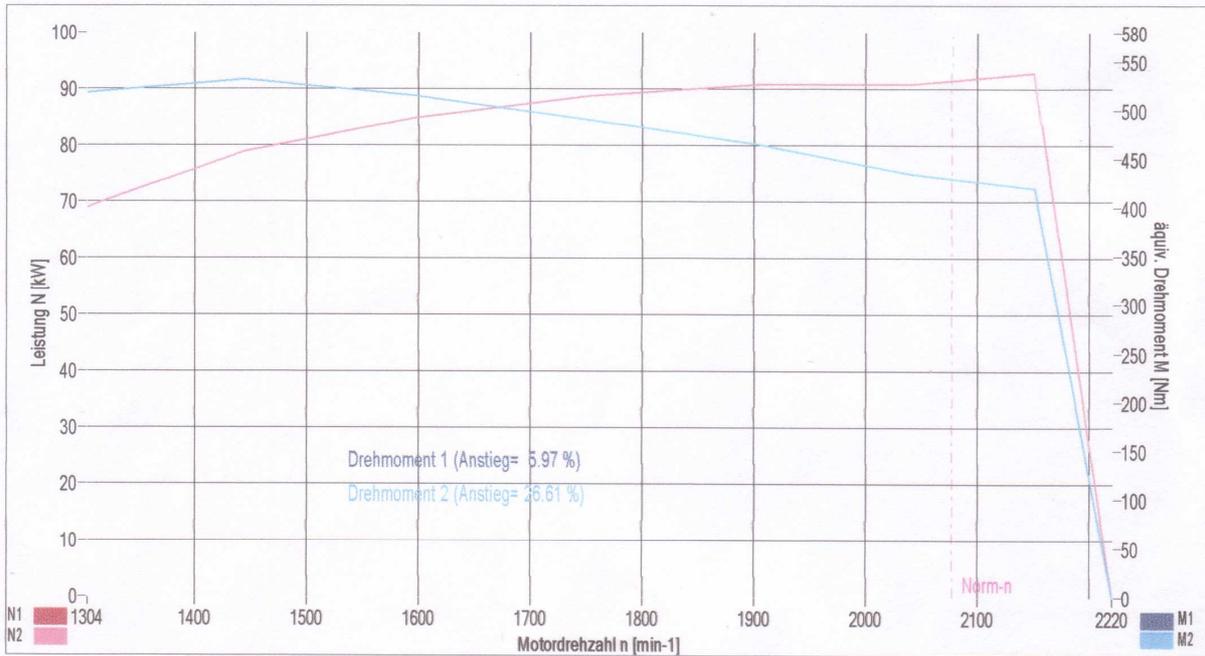
Nr.	Drehzahl [1/min]	Drehmoment [Nm]	Leistung [kW]	Verbrauch [l/h]	spez.Verbr. [g/kWh]
1	2220	0	0,0	8,2	+Inf
2	2152	420	92,7	25,3	230,5
3	2040	435	90,8	25,3	235,5
4	1905	465	90,8	25,9	240,7
5	1755	490	88,8	24,2	230,3
6	1597	515	84,8	22,6	224,6
7	1446	532	78,9	20,4	217,9
8	1304	518	69,1	17,6	215,4

Dieseltechnik Lindemann, 24783 Osterröfnfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

Datenblatt von		MF 7480			Datum	15.04.2008
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nennrehzahl	Normrehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur	
15.4.2008-3 <i>Original</i>	RD-DL 390		1000	1018	15	
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber			
xx	xx	810:390	RKL			
Bemerkungen						
Prüfablauf nach DIN 70020						
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046						

Nr.	Drehzahl [1/min]	Drehmoment [Nm]	Leistung [kW]	Verbrauch [l/h]	spez. Verbr. [a/kWh]
1	2251	0	0,0	8,2	+Inf
2	2002	463	95,7	25,3	223,4
3	1803	507	93,7	24,2	218,2
4	1601	517	84,8	22,0	219,1

Datenblatt von		<b>MF 7480</b>		Datum 15.04.2008	
Auftragsnummer	Fahrzeugnummer	Nenn-drehzahl	Norm-drehzahl	Atmosphärischer Druck	Ansaugtemperatur
15.4.2008-orginal_2	RD-DL 390		1000	1018	15
Betriebsstunden	Baujahr	Dz.-Verhältnis	Auftraggeber		
XX	XX	810:390	RKL		
Bemerkungen					
Prüfablauf nach DIN 70020					
Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					



Dieselmotoren Lindemann, 24783 Osterröndfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

Datenblatt von		MF 7480			Datum 15.04.2008	
Auftragsnummer 15.4.2008	Fahrzeugnummer RD-DL 390	Nennzahl 1000	Normzahl 1018	Atmosphärischer Druck 15	Ansaugtemperatur	
Betriebsstunden XX	Baujahr XX	Dz.-Verhältnis 810:390	Auftraggeber RKL			
Bemerkungen Prüfablauf nach DIN 70020 Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046						

Nr.	Drehzahl [1/min]	Drehmoment [Nm]	Leistung [kW]	Verbrauch [l/h]	spez. Verbr. [g/kWh]
1	2216	3	0,0	12,7	+Inf
2	2160	475	105,6	30,8	246,5
3	2050	517	108,5	29,7	231,3
4	1900	564	110,5	28,1	214,5
5	1747	574	102,6	27,5	226,5
6	1597	589	96,7	24,8	216,3
7	1456	598	89,8	22,6	212,2
8	1300	584	77,9	19,2	208,7

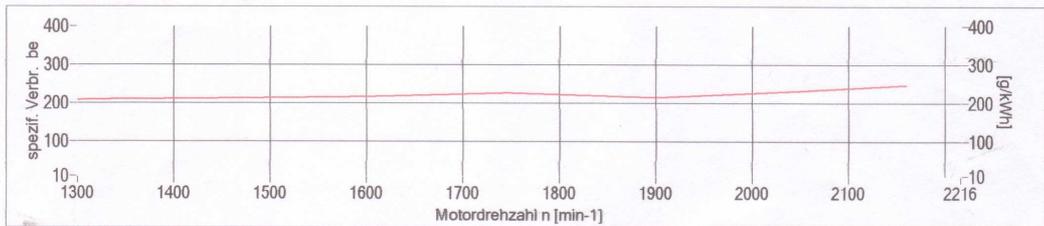
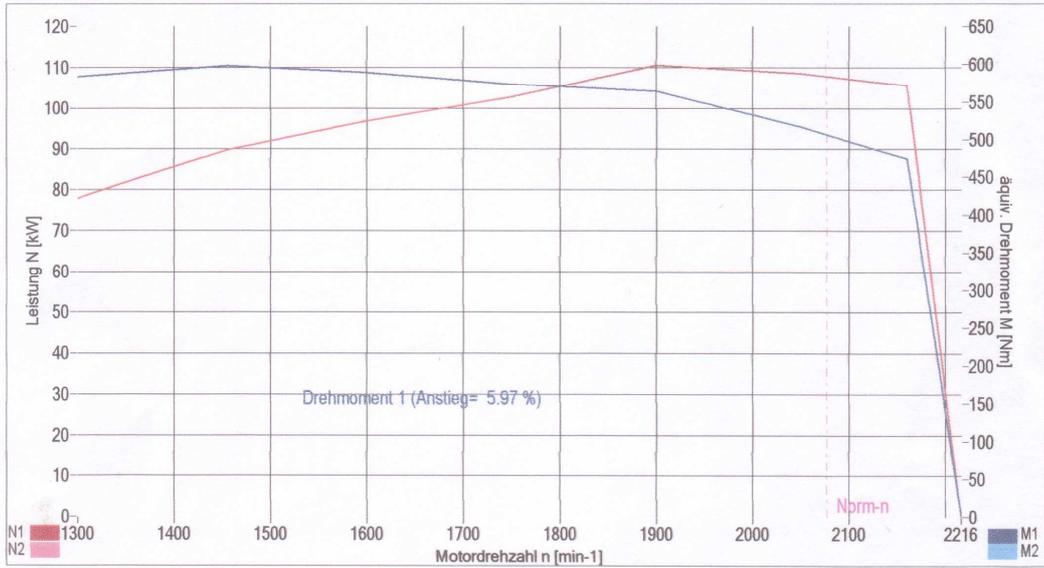
Dieseltechnik Lindemann, 24783 Osterröndfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

<b>Datenblatt von</b>		<b>MF 7480</b>		Datum 15.04.2008	
Auftragsnummer 15.4.2008-4_2 <i>Chyp</i>	Fahrzeugnummer RD-DL 390	Nennrehzahl	Normdrehzahl 1000	Atmosphärischer Druck 1018	Ansaugtemperatur 15
Betriebsstunden xx	Baujahr xx	Dz.-Verhältnis 810:390	Auftraggeber RKL		
Bemerkungen Prüfablauf nach DIN 70020 Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					

Nr.	Drehzahl [1/min]	Drehmoment [Nm]	Leistung [kW]	Verbrauch [l/h]	spez. Verbr. [g/kWh]
1	2243	0	0,0	9,3	+Inf
2	2195	474	106,5	29,7	235,5
3	2002	544	112,5	29,7	223,1
4	1799	565	104,6	27,5	222,2
5	1597	583	95,7	25,3	223,4

Dieselftechnik Lindemann, 24783 Osterröfnfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

Datenblatt von		MF 7480		Datum 15.04.2008	
Auftragsnummer 15.4.2008 <i>mit Chip</i>	Fahrzeugnummer RD-DL 390	Nennrehzahl	Normrehzahl 1000	Atmosphärischer Druck 1018	Ansaugtemperatur 15
Betriebsstunden XX	Baujahr XX	Dz.-Verhältnis 810:390	Auftraggeber RKL		
Bemerkungen Prüfablauf nach DIN 70020 Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					



Dieseltechnik Lindemann, 24783 Osterrönnfeld, Werner v. Siemensstr. 11, Tel.: 04331/868500, Fax: 04331/8685023

Datenblatt von		MF 7480		Datum 15.04.2008	
Auftragsnummer 15.4.2008-original_2	Fahrzeugnummer RD-DL 390	Nenn Drehzahl	Normdrehzahl 1000	Atmosphärischer Druck 1018	Ansaugtemperatur 15
Betriebsstunden xx	Baujahr xx	Dz.-Verhältnis 810:390	Auftraggeber RKL		
Bemerkungen Prüfablauf nach DIN 70020 Leistungsreduktion nach DIN ISO 3046					

