

Bericht zur Kennfeld-Qualität
Fa. XXX Tuning, Inhaber XXX

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Kennfeld zur Reibmomentüberwachung	6
3. Kennfeld zur Kühlwasserüberwachung.....	7
5. Kennfeld zur Überwachung der Einspritzdauer	9
6. Steuergerät-Interne-Fehler	10
7. Abgastemperatur	11
8. Erzielte Motorleistung.....	13

Abbildungen

Abbildung 1: Nachweis Terminvereinbarung.....	4
Abbildung 2: Nachweis – Durchführung	4
Abbildung 3: Werbetext XXX-Tuning (Quelle: https://www.facebook.com/xxx/posts/1139982306147617)	5
Abbildung 4: KF Reibmomentüberwachung in 2D Ansicht	6
Abbildung 5: KF Werte Serienstand	6
Abbildung 6: KF Werte bearbeitet	6
Abbildung 7: KF Kühlwasserüberwachung in 3D Ansicht.....	7
Abbildung 8: KF bearbeitet	7
Abbildung 9: KF Serienstand	7
Abbildung 10: KF bearbeitet	8
Abbildung 11: KF Serienstand	8
Abbildung 12: KF bearbeitet	9
Abbildung 13: KF Serienstand	9
Abbildung 14: Fehler 41ED.....	10
Abbildung 15: Fehler 4403	10
Abbildung 16: Messung Abgasterperatur geringe Last.....	11
Abbildung 17: Messung Abgasterperatur Volllast.....	11
Abbildung 18:Fehlermeldung erhöhte Abgasterperatur.....	12
Abbildung 19: Errechnete Motorleistung und Moment	13
Abbildung 20: Kennfeld Drehmomentüberwachung	14

1. Einleitung



Abbildung 1: Nachweis Terminvereinbarung

Nach längeren Vorgesprächen wurde am dd.mm.jjjj eine Anpassung der Motorkennfelder eines BMW 120d E87 aus mm/jjjj durch XXX Tuning durch den Inhaber XXX vorgenommen (vgl. Abbildung 1). Das Serienfahrzeug leistet lt. Herstellerangabe 177 PS und 350Nm. In den Vorgesprächen wurde eine moderate Anhebung der Motorleistung auf 210-220PS und 420 Nm Drehmoment vereinbart (vgl. Abbildung 2).

XXX Chiptuning wirbt auf seiner Facebook Seite, aber auch im persönlichen Kundengespräch durch den Inhaber damit, dass die bestehenden Schutzfunktionen auch nach der Anpassung des Kennfeldes weiter bestehen bleiben (vgl. Abbildung 3)

Diese Zusicherung, sowie auch die grundsätzliche Qualität der ausgeführten Arbeit soll in diesem Bericht geprüft und erörtert werden.



Abbildung 2: Nachweis – Durchführung



ECU
erung
ing

Liked Following Share ...

Die Parameter der elektronischen Motorsteuerung, durch deren Optimierung Reserven freigesetzt werden sollen, sind in der Regel als Datensatz auf einem Speicherchip abgelegt. Bei wenigen Herstellern ist dieser wiederbeschreibbar. Es handelt sich hierbei im Allgemeinen um ein mehrdimensionales Kennfeld. Beim Chiptuning werden relevante Daten, die für die Steuerung und Regelung des Motors zuständig sind, auf eine modifizierte Weise miteinander verknüpft. Beim Tuning mit einer Multi-Kennfeld-Technik sieht es dann so aus, dass vier bis acht Kennfelder im Speicher optimiert hinterlegt werden und je nach gewünschtem Fahrverhalten schließlich passend abgerufen werden. So wird die bestmögliche Abstimmung dieser Parameter gewährleistet. Solche Daten sind z.B. Temperaturzustand von Motor und Umgebung, angesaugte Luftmasse pro Zeiteinheit und (falls ein Turbolader vorhanden ist) Ladedruck des Turboladers.

Welche Prozessoren hierfür hergenommen werden, spielt eine entscheidende Rolle. Der Berechnungstakt muss exakt dem des Motor-Hauptsteuergerätes entsprechen, um eine genaue Rasterung der Kennfelder in Echtzeit zu ermöglichen. Außerdem werden so die Schutzfunktionen der ECU (Hauptsteuergerät) in keiner Weise manipuliert.

Aus den genannten Steuerungs-Parametern und ggf. weiteren, fest gespeicherten Informationen werden die Ausgabeparameter bestimmt, das sind in erster Linie Einspritzzeitpunkt, Einspritzmenge und ggf. Zündzeitpunkt für jeden Zylinder. Jeder Verbrennungsmotor, der über eine elektronische Motorsteuerung verfügt, kann, wenn auch meist ohne Mehrleistung, per Chiptuning modifiziert werden, am wirkungsvollsten ist das Chiptuning aber bei Viertakt-Dieselmotoren mit Turbolader. Manche Tuningspezialisten erreichen kurzzeitige Leistungssteigerungen bis zu 44 % der Seriendaten.

Abbildung 3: Werbetext XXX-Tuning
(Quelle: <https://www.facebook.com/xxx/posts/1139982306147617>)

2. Kennfeld zur Reibmomentüberwachung

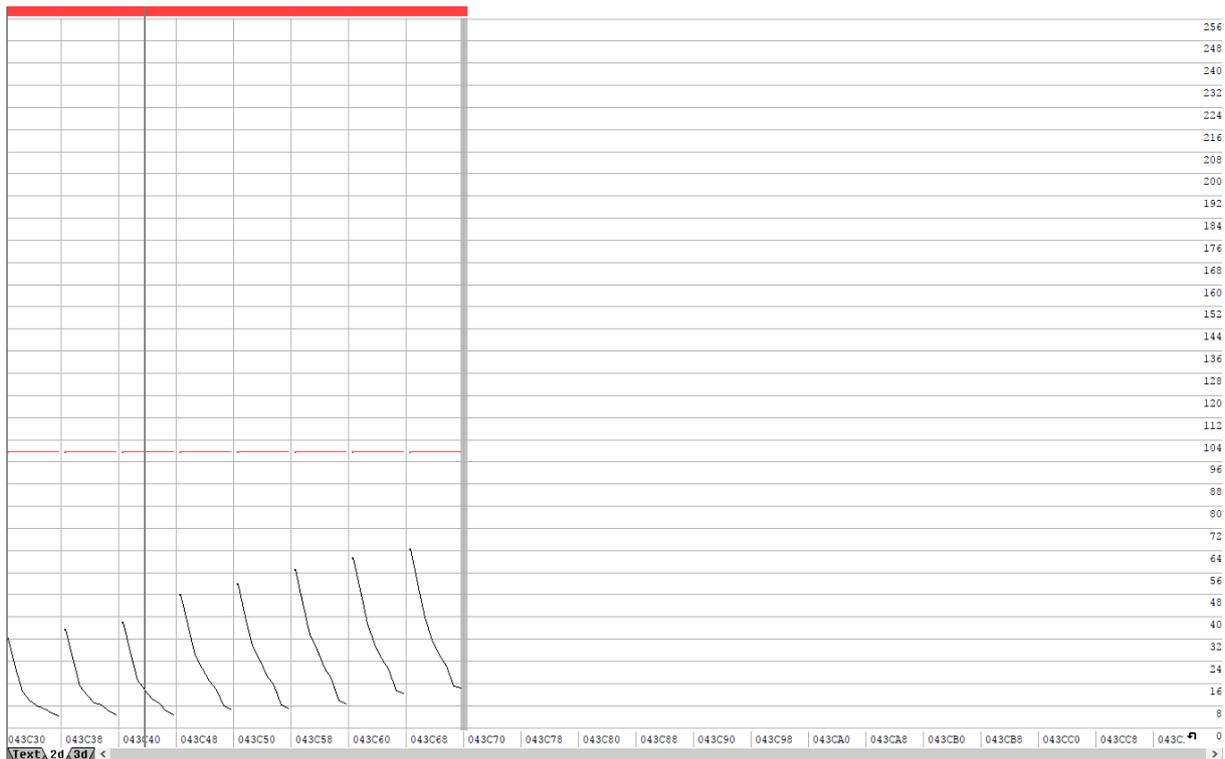


Abbildung 4: KF Reibmomentüberwachung in 2D Ansicht

rpm	°C	-(Motortemperatur, Motordrehzahl)/%					
		-30	-10	16	82	115	
0		100	100	100	100	100	100
440		100	100	100	100	100	100
800		100	100	100	100	100	100
2080		100	100	100	100	100	100
2680		100	100	100	100	100	100
3480		100	100	100	100	100	100
4800		100	100	100	100	100	100
5760		100	100	100	100	100	100

Abbildung 6: KF Werte bearbeitet

rpm	°C	-(Motortemperatur, Motordrehzahl)/%						
		-30	-10	16	82	115		
0		32	22	13	10	8	7	5
440		36	25	15	12	9	8	6
800		38	27	17	14	11	9	6
2080		48	37	26	21	17	14	8
2680		52	40	30	25	19	15	8
3480		57	45	34	28	22	18	10
4800		61	50	38	30	25	21	13
5760		64	52	40	32	26	22	15

Abbildung 5: KF Werte Serienstand

Reibmoment ist das Moment was im Motor durch mechanische Widerstände entsteht z.B. durch die Reibung der Kolben an den Zylinderwänden. Das oben gezeigte Kennfeld überwacht das entstehende Reibmoment. Das maximal zulässige Moment wird als prozentualer Anteil des generierten Motormoments hinterlegt (Werte in der Tabelle). Wird das zulässige Moment überschritten z.B. bei einer stark erhöhten Reibung im Motorinneren, werden entsprechende Motorschutzfunktionen aktiviert und so drohende Schäden vermieden. Das angepasste Kennfeld erlaubt in allen Betriebszuständen ein Reibmoment von 100% des Motormoments. Abgesehen davon, dass dieser Wert wesentlich zu hoch ist, würde die Schutzfunktion selbst dann nicht mehr eingreifen wenn der Motor mechanisch verklemmt ist und das Reibmoment 100% des Motormoments entspricht.

Diese wichtige Schutzfunktion ist also vollständig umgangen worden. Durch die „Deaktivierung“ dieser wichtigen Funktion kann der Motor mechanisch nachhaltig beschädigt werden!

3. Kennfeld zur Kühlwasserüberwachung

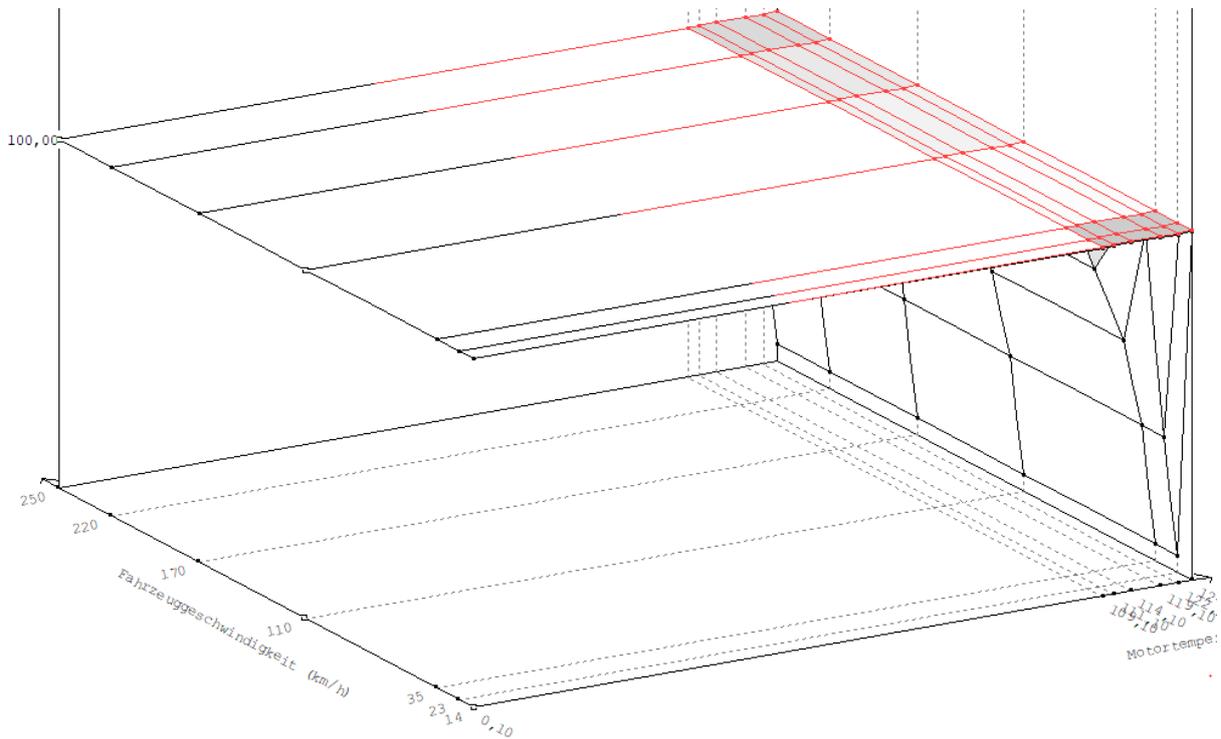


Abbildung 7: KF Kühlwasserüberwachung in 3D Ansicht

°C	km/h	Motormoment(Fahrzeuggeschwindigkeit,Motortemperatur)/%						
		14	23	35	110	170	220	250
0,10		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
109,10		100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05
111,10		100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05
114,10		100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05
119,10		100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05
122,20		100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05
124,60		100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05	100,05

Abbildung 8: KF bearbeitet

°C	km/h	Motormoment(Fahrzeuggeschwindigkeit,Motortemperatur)/%						
		14	23	35	110	170	220	250
0,10		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
109,10		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
111,10		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
114,10		100,00	100,00	86,80	86,80	95,10	91,00	91,00
119,10		100,00	100,00	65,00	65,00	90,50	90,50	90,50
122,20		100,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
124,60		100,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Abbildung 9: KF Serienstand

Das Kennfeld zur Kühlwasser-Temperaturüberwachung soll unter anderem das Überhitzen des Motors sowie das Kochen des Kühlwasserkreislaufs verhindern. Aus diesem Grund wird in Abhängigkeit von Fahrzeuggeschwindigkeit und der Motortemperatur die Motorleistung reduziert. Das maximal zulässige Motormoment ist als prozentualer Wert hinterlegt. Wird z.B. eine

Kühlwassertemperatur von 114,10°C bei 35 km/h oder schneller überschritten wird die Motorleistung zurückgenommen, damit das Kühlswassersystem nicht zu kochen beginnt und die Temperatur nicht weiter ansteigt/wieder sinken kann. In dem bearbeiteten Kennfeld wurde das zulässige Motormoment für alle Betriebszustände auf 100% (genaugenommen auf 8196 statt 2^13) gesetzt. Damit wird selbst bei Motortemperaturen ab 124,6°C keine Maßnahme ergriffen um die zu hohe Motortemperatur abzusenkten.

Der Sicherheitsmechanismus zur Kühlwasserüberwachung wurde hier vollständig umgangen. Durch die „Deaktivierung“ dieser Schutzfunktion kann der Motor sowie das Kühlswassersystem mechanisch nachhaltig beschädigt werden!

4. Kennfeld zur Ermittlung der Einspritzdauer

The screenshot shows a software window titled 'Injektortabelle'. The x-axis represents 'Einspritzzeit(Q₀,Raildruck)µs' with values from 3,40 to 85,00. The y-axis represents 'mm³' with values from 120 to 1800. The table contains a grid of numerical values representing injection durations for different combinations of rail pressure and injection volume.

Abbildung 10: KF bearbeitet

The screenshot shows a software window titled 'Injektortabelle *'. The x-axis represents 'Einspritzzeit(Q₀,Raildruck)µs' with values from 4,0 to 85,00. The y-axis represents 'mm³' with values from 120 to 1800. The table contains a grid of numerical values representing injection durations for different combinations of rail pressure and injection volume.

Abbildung 11: KF Serienstand

Im Kennfeld zur Ermittlung der Einspritzdauer sind für den herrschenden Raildruck und das einzuspritzende Kraftstoffvolumen die Ansteuerdauer in µs hinterlegt. Der Volumenstrom der eine Einspritzdüse verlässt hängt maßgeblich von drei Faktoren ab: Dem Raildruck, der Ansteuerdauer und den physikalischen Gegebenheiten in der Einspritzdüse. Da die Konstruktion der Einspritzdüse nicht im Verbrennungsprozess verändert werden kann, resultiert bei konstantem Raildruck das eingespritzte Kraftstoffvolumen ausschließlich aus der Ansteuerdauer. Eine Vergrößerung der Ansteuerdauer führt dazu, dass real mehr Kraftstoff eingespritzt wird als intern im Steuergerät hinterlegt ist. Dies wiederum hat zur Folge, dass alle weiteren Kennfelder welche mit den veränderten Einspritzmengen arbeiten nicht wissen, dass mehr Kraftstoff eingespritzt wird als beabsichtigt.

Diese Veränderung im Kennfeld kann Fehlfunktionen hervorrufen und im schlimmsten Fall den Motor oder Anbauteile mechanisch beschädigen oder vollständig zerstören.

5. Kennfeld zur Überwachung der Einspritzdauer

us	0	295	591	757	851	947	1042	1201	1449	1799	1914	2055	2184	2374	2609	2828	3143	3543	3993	4690	6311	8255	8923	9180	9848	
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbildung 12: KF bearbeitet

us	0	295	591	757	851	947	1042	1201	1449	1799	1914	2055	2184	2374	2609	2828	3143	3543	3993	4690	6311	8255	8923	9180	9848
120	0	1	30	60	92	130	169	247	408	680	783	912	1036	1238	1470	1679	2005	2411	2855	3468	4981	6928	7587	7840	8500
200	0	2	41	90	134	183	240	356	562	897	1001	1146	1283	1502	1784	2028	2384	2780	3248	3925	5539	7549	8225	8500	8500
250	0	3	50	105	150	203	258	382	618	980	1106	1262	1419	1655	1959	2229	2582	3008	3489	4125	5741	7798	8500	8500	8500
300	0	4	79	155	221	296	371	533	832	1315	1487	1660	1831	2099	2420	2704	3116	3628	4152	4924	6493	8500	8500	8500	8500
400	0	5	120	266	368	481	613	857	1297	1959	2176	2425	2634	2955	3366	3735	4276	4925	5610	6543	8500	8500	8500	8500	8500
500	0	0	134	358	492	663	824	1208	1837	2640	2895	3168	3426	3836	4338	4814	5500	6345	7183	8500	8500	8500	8500	8500	8500
600	0	0	169	450	617	801	1049	1531	2228	3236	3550	3905	4220	4656	5199	5737	6541	7471	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
700	0	0	191	514	708	977	1298	1809	2616	3812	4129	4514	4877	5388	5998	6593	7482	8499	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
800	0	0	249	581	801	1138	1462	2042	3018	4312	4693	5101	5474	6066	6823	7486	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
900	0	0	292	652	929	1303	1674	2349	3377	4817	5287	5775	6235	6884	7719	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
1000	0	0	368	764	1116	1511	1928	2682	3764	5271	5796	6389	6885	7598	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
1150	0	0	458	882	1273	1722	2277	3171	4260	5990	6477	7091	7707	8499	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
1300	0	4	520	996	1526	1998	2687	3592	4704	6611	7301	7907	8497	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
1450	0	10	579	1141	1641	2441	3181	4004	5196	7354	7874	8498	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
1600	0	11	640	1225	2036	3006	3542	4456	5894	7899	8486	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500
1800	0	12	655	1527	2805	3478	4018	4947	6448	8493	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500

Abbildung 13: KF Serienstand

In diesem Kennfeld wird überwacht wie groß die Einspritzzeit maximal für eine gewisse Ansteuerdauer bei einem vorgegebenen Raildruck sein darf. Der Wert „0“ bedeutet in diesem Fall eine Deaktivierung der Begrenzung für den ausgewählten Betriebszustand. In dem bearbeiteten Kennfeld wurden jegliche Begrenzungen deaktiviert und der Schutzmechanismus umfassend umgangen.

6. Steuergerät-Interne-Fehler

INFORMATION MEMORY

Date: 14.10.2017 17:21:13
 ECU: D71N47C0
 JobStatus: OKAY
 Variant: D71N47C0

RESULT: 6 error in error memory !

41ED 41ED DDE-Steuergerät intern (Zyklische Authentisierung)

Error counter: 1
 Logistic counter: 40

Mileage	126872	km
Motordrehzahl	847.50	rpm
Kühlmitteltemperatur (Sensorwert vor der Korrektur)	28.00	degC
maximaler Raildruck der letzten 10ms (1 Byte)	282.35	bar
Einspritzmenge - Sollwert ohne Mengenausgleichsregelung (1 Byte)	7.06	mg/hub
Luftmasse pro Zylinder (1 Byte)	288.63	mg/hub
Luftdruck vor Einlassventil (1 Byte)	1003.92	hPa
Erfasste Batteriespannung (1 Byte)	14700.00	mV
Umgebungsdruck (1 Byte)	1009.41	hPa
aktueller Motorstatus	16.00	-
Fahrzeuggeschwindigkeit	0.00	km/h
gefiltertes Pedalwertgebersignal (1 Byte)	0.00	%
Erfasster Wert der Lufttemperatur an der HFM-Position (1 Byte)	13.00	degC
Ladelufttemperatur nach Ladeluftkühler (1 Byte)	15.00	degC
Ausgangstastverhältnis - Ladedrucksteller (1 Byte)	92.55	%
AGR - Stellgliedposition (1 Byte)	27.45	%
Drallklappe - Stellgliedposition (1 Byte)	45.49	%
Drosselklappe - Stellgliedposition (1 Byte)	4.71	%
Abgasdruck vor Partikelfilter	1032.00	hPa
Abgastemperatur vor Katalysator - korrigierter Wert (1 Byte)	76.67	degC
Oxygen Sensor Output - Equivalence Ratio Bank 1 - Sensor 1 0	0.00	-
Regenerationsstatus	00100001	hex
Kraftstofftemperatur (1 Byte)	16.00	degC
Aktueller Gang intern	0.00	-
Sollluftmasse (1 Byte)	1267.45	mg/hub

Abbildung 14: Fehler 41ED

4403 4403 DDE-Steuergerät intern (Recovery suppressed)

Error counter: 1
 Logistic counter: 22

Mileage	0	km
Motordrehzahl	0.00	rpm
Kühlmitteltemperatur (Sensorwert vor der Korrektur)	-40.00	degC
maximaler Raildruck der letzten 10ms (1 Byte)	0.00	bar
Einspritzmenge - Sollwert ohne Mengenausgleichsregelung (1 Byte)	0.00	mg/hub
Luftmasse pro Zylinder (1 Byte)	0.00	mg/hub
Luftdruck vor Einlassventil (1 Byte)	0.00	hPa
Erfasste Batteriespannung (1 Byte)	0.00	mV
Umgebungsdruck (1 Byte)	600.00	hPa
aktueller Motorstatus	0.00	-
Reset Information/Adresse an der der letzte Reset ausgelöst wurde	800b60ee	hex
Reset Information/Reset-ID der letzten Resetursache	134.00	-
Reset Information/xUserValue	0.00	-
Ringspeicher mit den letzten 8 Reset-IDs 1	2.00	-
Ringspeicher mit den letzten 8 Reset-IDs 2	2.00	-
Ringspeicher mit den letzten 8 Reset-IDs 3	2.00	-
Ringspeicher mit den letzten 8 Reset-IDs 4	134.00	-
Kilometerstand (Recovery - Messgröße mit 8 km normiert)	128024.00	km
Motordrehzahl (Recovery - Messgröße)	0.00	rpm
Batteriespannung (Recovery - Messgröße)	12200.00	mV
Motortemperatur (Recovery - Messgröße)	57.00	degC
maximaler Raildruck (Recovery - Messgröße)	7.84	bar
Luftmasse pro Zylinder (Recovery - Messgröße)	0.00	mg/Hub
Info zum Envrsm Check	0.00	-

Abbildung 15: Fehler 4403

Die Anpassungen der Kennfelder im Motorsteuergerät haben aufgrund von unplausiblen Zuständen zu Fehlermeldungen im Steuergerät selber geführt. Ein unplausibler Zustand tritt dann auf, wenn zwei unterschiedliche Kennfelder widersprüchliche Informationen liefern. Die Fehlermeldung selber verursacht keine Schäden, allerdings weist sie auf fehlerhafte Kennfelder im Speicher hin.

7. Abgastemperatur

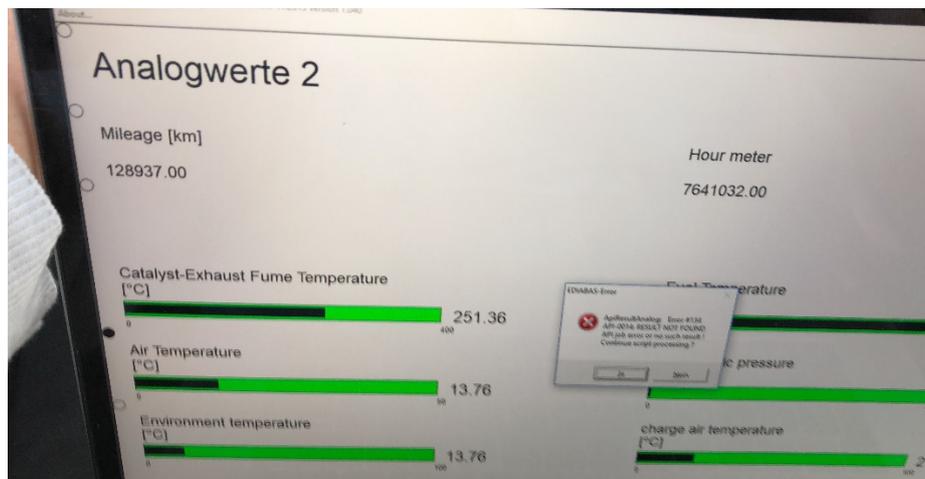


Abbildung 16: Messung Abgastemperatur geringe Last

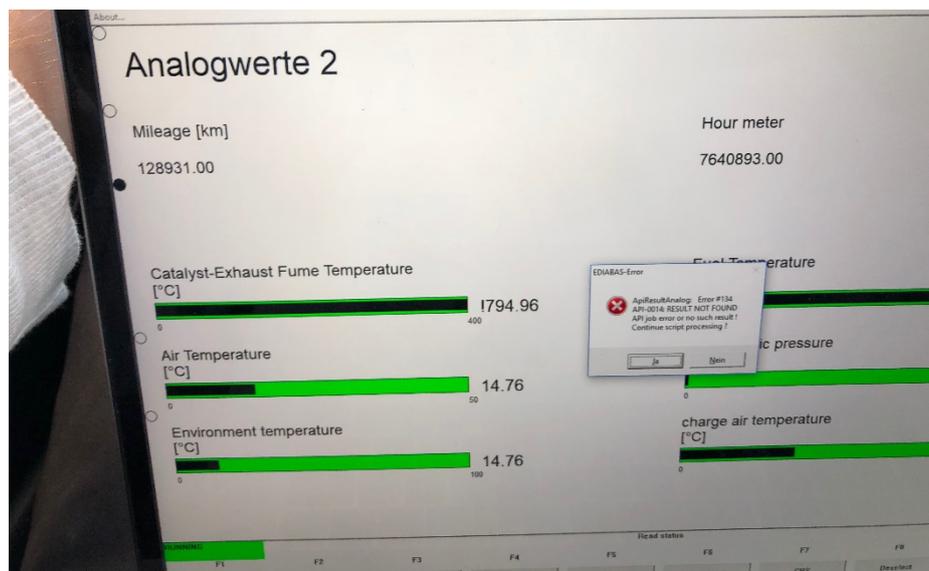


Abbildung 17: Messung Abgastemperatur Vollast

4185 4185 Abgastemperatursensor vor Kat, Signal

Error counter: 4

Logistic counter: 40

1. Umweltsatz

Mileage	124904	km
Motordrehzahl	3635.50	rpm
Kühlmitteltemperatur (Sensorwert vor der Korrektur)	93.00	degC
maximaler Raildruck der letzten 10ms (1 Byte)	1788.24	bar
Einspritzmenge - Sollwert ohne Mengenausgleichsregelung (1 Byte)	83.92	mg/hub
Luftmasse pro Zylinder (1 Byte)	1280.00	mg/hub
Luftdruck vor Einlassventil (1 Byte)	2807.84	hPa
Erfasste Batteriespannung (1 Byte)	14500.00	mV
Umgebungsdruck (1 Byte)	985.88	hPa
aktueller Motorstatus	16.00	-
Abgasdruck vor Partikelfilter	1755.91	hPa
berechneter Abgasvolumenstrom im Partikelfilter (1 Byte)	1207.84	m ³ /h
Regenerationsstatus	00100001	hex
korrigierter Differenzdruck (1 Byte)	632.94	hPa
Offset fuer Partikelfilter-Differenzdruck (1 Byte)	19.22	hPa
Status - Betriebsbereich für die Partikelfilterdruckplausibilisierung	0.00	-
Drosselklappe - Stellgliedposition (1 Byte)	0.00	%
Abgastemperatur vor Katalysator - korrigierter Wert (1 Byte)	750.98	degC
Gefilterter Strömungswiderstand des Partikelfilters	0.20	hPa/(m ³ /h)
Spannungsrohwert - Abgasdruck vor Partikelfilter	4066.37	mV
Spannungsrohwert - Abgastemperatur vor Katalysator	115.97	mV
Fahrzeuggeschwindigkeit	196.00	km/h
Ölaschemasse	27.99	g
Rußmasse	16.45	g
Oxygen Sensor Output - Equivalence Ratio Bank 1 - Sensor 1 0	1.02	-

Abbildung 18:Fehlermeldung erhöhte Abgastemperatur

Eine weitere Folge der verzerrten Kennfelder ist eine übermäßig erhöhte Abgastemperatur. Abbildung 16 weist nach, dass der Abgastemperatursenor einwandfrei arbeitet, die Abgastemperatur befindet sich im normalen Temperaturfenster. Auf der anderen Abbildung hingegen ist eine Abgastemperatur von 794°C gemessen worden. Diese Temperatur liegt weit über der für den Katalysator und Partikelfilter zulässigen Obergrenze von 750°C. Im normalen Betrieb mit einem Serienkennfeld liegt dieser Wert bei ca. 400°C und steigt dieser Wert ausschließlich bei der Regeneration des Partikelfilters (zeitlich begrenzter Vorgang) auf einen Höchstwert von 650°C. Bei Temperaturen oberhalb von 750°C nehmen die inneren Strukturen von Katalysator und Partikelfilter Schaden, so dass diese nicht mehr ordnungsgemäß funktionieren. Zudem verringert eine stark gesteigerte Abgastemperatur die Lebensdauer des Abgasturboladers erheblich.

8. Erzielte Motorleistung



Abbildung 19: Errechnete Motorleistung und Moment

Die erzielte Motorleistung wurde bislang ausschließlich über die interne Berechnung des Fahrzeuges erfasst. Das Ergebnis ist in Abbildung 19 dargestellt, die pfeilförmigen Marken bei 240PS und 480Nm stellen den höchsten gemessenen Wert dar, die linienförmigen Zeiger den IST-Zustand. Hier zeigt sich, dass die erzielten Leistungswerte wesentlich über den vereinbarten Größen liegen. Dass diese Werte keineswegs unrealistisch sind, zeigt sich in Abbildung 20. Dort ist das maximal erlaubte Drehmoment für die unterschiedlichen Gänge hinterlegt. Dieses beträgt wie in Abbildung 19 angezeigt zwischen 1520 und 3000 U/min 481 Nm. Multipliziert das Motormoment bei ca. 4000 U/min (429 Nm) mit der Drehzahl so kommt man auf 171,6 kW, was in etwa 234 PS entspricht.

rpm	Drehmoment(-,Motordrehzahl)/Nm							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1240	416,00	416,00	416,00	416,00	416,00	416,00	416,00	416,00
1520	455,00	455,00	455,00	455,00	455,00	455,00	455,00	455,00
1760	481,00	481,00	481,00	481,00	481,00	481,00	481,00	481,00
3000	481,00	481,00	481,00	481,00	481,00	481,00	481,00	481,00
3520	456,20	456,20	456,20	456,20	456,20	456,20	456,20	456,20
4000	429,00	429,00	429,00	429,00	429,00	429,00	429,00	429,00
4200	396,50	396,50	396,50	396,50	396,50	396,50	396,50	396,50
4400	357,50	357,50	357,50	357,50	357,50	357,50	357,50	357,50
4600	293,70	293,70	293,70	293,70	293,70	293,70	293,70	293,70
4800	197,60	197,60	197,60	197,60	197,60	197,60	197,60	197,60
5000	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
5040	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Abbildung 20: Kennfeld Drehmomentüberwachung