

TECHNISCHER PRÜFBERICHT / MUSTER

ECU-Softwareprüfung.

Motorsoftware verstehen. Änderungen nachvollziehbar belegen.



Vergleich von Serienreferenz und Prüfdatensatz

Dokument	Musterprojekt
SLP-MUSTER-ECU-2026-001 Version 1.0 · 08.09.2026	DEMO-ECU-01 Fiktives Kennfeldmodell
Untersuchungsgegenstand	24 Kennfelder / 135 numerische Werte
Fragestellung	Leistungsorientierte Änderungen und Eingriffe in thermische Schutzkennfelder

MUSTERSTATUS

Dieses Dokument zeigt Aufbau und Tiefe einer technischen ECU-Analyse anhand eigens konstruierter Daten. Es wurde kein reales Fahrzeug und kein Steuergerät untersucht. Die Bildabbildung dient als Themenmotiv.

SL Performance · Robertstraße 81 · 44809 Bochum
0234 62208873 · info@slp-chiptuning.de · slp-chiptuning.de

01 / AUFTRAG & KURZBEWERTUNG

Die Fragestellung im Mittelpunkt.

Befund, Einordnung und Aussagegrenzen werden getrennt dokumentiert.

Untersuchungsauftrag im Muster

Der fiktive Auftrag lautet: Prüfen, ob der übergebene Ist-Datensatz von der definierten Serienreferenz abweicht, ob die Änderungen ein leistungsorientiertes Muster bilden und ob schützende Kennfeldvorgaben verändert wurden. Die Betrachtung erfolgt ausschließlich innerhalb des Datensatzmodells DEMO-ECU-01.

Ergebnis	Beleg
7 von 24 Kennfeldern verändert; 36 von 135 Werten abweichend.	Inventar, S. 11-12; CSV-Anlage
Fahrerwunsch, Momentengrenzen, Ladedruck und Einspritzmenge angehoben.	B01 / B02, S. 5-7
Zwei thermische Reduktionskennfelder auf 100 % Freigabe gesetzt.	B03 / B04, S. 8
17 Kennfelder im definierten Vergleich wertgleich.	Anlage A, S. 11-12

TECHNISCHE KURZBEWERTUNG

Die zusammenhängenden Änderungen sind im Muster als leistungsorientierter Eingriff einzuordnen. Die Reduktionswirkung der beiden untersuchten Schutzkennfelder entfällt an den geänderten Stützstellen. Daraus folgen weder ein gemessener Leistungswert noch der Nachweis eines eingetretenen Schadens.

Orientierung im Bericht

Kapitel	Seite	Kapitel	Seite
Daten & Identifikation	3	Thermische Schutzkennfelder	8
Prüfmethodik & Prüftiefe	4	Befunde & offene Punkte	9
Fahrerwunsch / Moment	5-6	Ergebnis & Quellen	10
Ladedruck / Einspritzung	7	Vollständiges Musterinventar	11-12

02 / DATENBASIS & IDENTIFIKATION

Worauf die Bewertung beruht.

Die Herkunft der Daten bestimmt, was ein Vergleich tatsächlich belegen kann.

Identifikationsmerkmal	Dokumentierter Stand
Fahrzeug / FIN / Kilometerstand	Nicht vorhanden: reines Datenmuster ohne Kundenfahrzeug.
ECU-Hersteller / Hardware / Seriennummer	Keine reale Gerätezuordnung. Projektkennung DEMO-ECU-01.
Software-ID / Kalibrierungs-ID	DEMO-REF-01 / DEMO-IST-01; fiktive Bezeichnungen.
Ausleseweg / Eingangszustand	Kein Auslesevorgang, kein physischer Eingang. JSON-Dateien für dieses Muster erzeugt.
Speicherumfang	Keine Flash-, EEPROM- oder Programmbereiche enthalten. 24 definierte Kennfelder mit Achsen und Einheiten.

Dateiregister und Integrität

D01 / serienreferenz-demo.json · 9.078 Byte

SHA-256: 3996ca3664eb8218ac7d15e9c9f2e062
d2cb2c9404ca1edf6e81ba9335fc8395

D02 / pruefdatensatz-demo.json · 9.084 Byte

SHA-256: c73f347eabf4de2d84ef9862bb35ac77
3320b4c5671813b32f6cc54fea3bde27

REFERENZQUALITÄT

Die Referenz ist hier per Konstruktion festgelegt. Bei einem Kundenauftrag wären Herkunft, Hardware- und Softwarekompatibilität sowie der erfasste Speicherumfang zu belegen. Ein Datenbank- oder virtueller Originaldatensatz darf nicht als tatsächlich aus dem Prüfgerät ausgelesener Ist-Stand bezeichnet werden.

Die SHA-256-Werte identifizieren die beigefügten JSON-Dateien. Sie sind keine ECU-Prüfsummenprüfung, keine Herstellerbestätigung und kein Beweis für die Serienherkunft einer realen Datei. Die ungekürzten Werte stehen zusätzlich im Prüfmanifest.

03 / VORGEHEN & PRÜFTIEFE

Vom Dateivergleich zum Befund.

Ein Byteunterschied allein erklärt weder Funktion noch Wirkung.

Bestätigter Service von SL Performance

SL Performance analysiert die komplette Motorsoftware mit WinOLS 5 und prüft die Kennfelder im Vergleich zur Serie. Gegenstand ist unter anderem die Feststellung von Tuning sowie von manipulierten Schutzfunktionen. Der Bericht muss den tatsächlich zugänglichen und untersuchten Umfang des konkreten Auftrags benennen.

Prüfschritt	Erforderliche Dokumentation im realen Auftrag
Zuordnung	Gerätekennungen, Ist-Auslesung, Referenzherkunft, Softwarestand und erfasste Speicherbereiche.
Projektvergleich	Original- und Prüfversion; Zuordnung von Kennfeldern, Achsen, Datentypen, Skalierung und Einheiten.
Funktionsanalyse	Änderungsorte, abhängige Grenzen, Betriebsbedingungen und Hinweise auf Schutz- oder Funktionsänderungen.
Bericht	Einzelbefunde mit eindeutigen Fundstellen, Vergleichswerten, Bewertung und verbleibenden Einschränkungen.

Tatsächlich für dieses Muster ausgeführt

Verglichen wurden die beiden beigefügten JSON-Dateien mit einem reproduzierbaren Skript. Die 24 Kennfelddefinitionen, sämtliche Achsen und alle 135 Zahlenwerte wurden paarweise abgeglichen. Grafiken und Tabellen werden unmittelbar aus diesen Daten erzeugt. WinOLS wurde für dieses Muster nicht ausgeführt; die Abbildungen sind eigene Berichtsgrafiken.

BERECHNUNG UND PRÜFKRITERIUM

Absolute Änderung = Istwert minus Referenzwert. Relative Änderung = absolute Änderung / Referenzwert × 100. Identische Nullwerte werden mit 0 % geführt; bei einer Änderung ausgehend von 0 wäre die relative Änderung nicht definiert. Als abweichend zählt jede numerisch ungleiche Zelle.

Achsen und Einheiten stimmen in allen 24 Modellkennfeldern überein. Eine Codeanalyse, Prüfung realer Speicherbereiche, Signalvalidierung oder Messung am Fahrzeug ist in diesem Demonstrationsmodell nicht möglich. Diese Grenzen werden nicht durch die Kennfeldzahl ersetzt.

04 / BEFUND B01 / FAHRERWUNSCH

Mehr Moment angefordert.

KF001 · DEMO/KF001 · X: Drehzahl · Y: Pedalstellung · Z: Moment in Nm

Das Fahrerwunschkennfeld ist im Muster an 10 von 20 Zellen verändert. Die Werte bei 0 % und 25 % Pedal bleiben gleich; bei 50 % und 100 % Pedal steigt die Anforderung. Die vollständige Matrix ermöglicht eine Prüfung über die Volllastkurve hinaus.

Drehzahl	0 % Ref. / Ist	25 % Ref. / Ist	50 % Ref. / Ist	100 % Ref. / Ist
1200	0 / 0	62,5 / 62,5	125 / 135	250 / 270
1800	0 / 0	80 / 80	160 / 182,5	320 / 365
2400	0 / 0	87,5 / 87,5	175 / 200	350 / 400
3000	0 / 0	82,5 / 82,5	165 / 187,5	330 / 375
3600	0 / 0	70 / 70	140 / 157,5	280 / 315

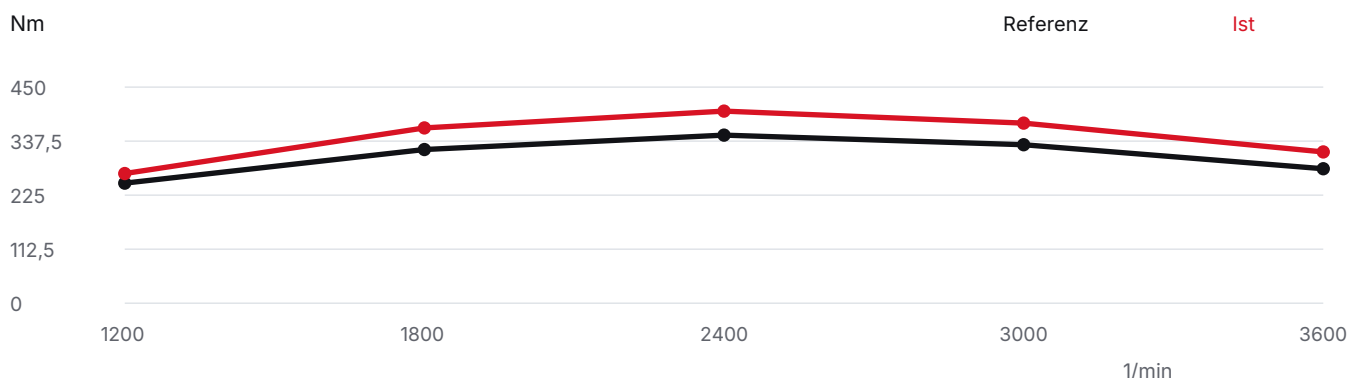


Abb. 1: Fahrerwunsch bei 100 % Pedal. Eigene Berichtsgrafik aus D01/D02; keine Drehmomentmessung.

Beobachtung und technische Bedeutung

Bei 2.400 1/min steigt die Volllastanforderung von 350 auf 400 Nm: +50 Nm beziehungsweise +14,3 %. Dies beschreibt einen im Modell hinterlegten Sollwert. Wie viel Drehmoment ein realer Motor abgibt, hängt auch von wirksamen Begrenzern, Luftpfad, Einspritzung und Betriebszustand ab.

BELEGKETTE B01

Der erhöhte Fahrerwunsch steht zusammen mit den geänderten Momentenobergrenzen KF002 und KF007. Erst dieser Zusammenhang stützt die Einordnung als leistungsorientierter Eingriff. Ein Prüfstandsresultat lässt sich aus der Kennfeldzahl 400 Nm nicht ableiten.

05 / BEFUND B01 / BEGRENZUNGEN

Anforderung und Freigabe.

KF002 und KF007 · Momentengrenzen innerhalb des fiktiven Motormodells

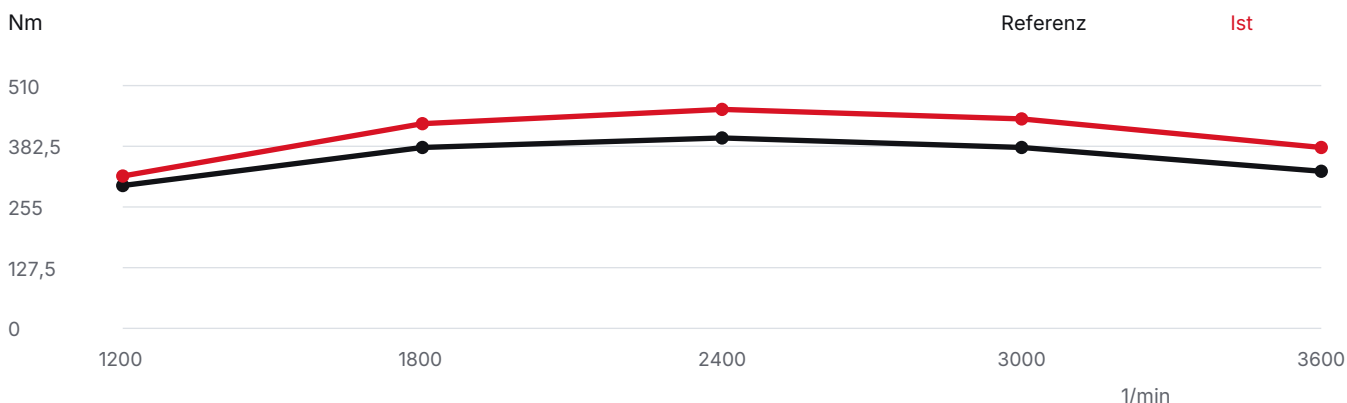


Abb. 2: KF002 Momentenobergrenze über der Drehzahl. Werte in Nm, Referenz schwarz, Ist rot.

Drehzahl 1/min	Referenz Nm	Ist Nm	Änderung
1200	300	320	+20 / +6,7 %
1800	380	430	+50 / +13,2 %
2400	400	460	+60 / +15,0 %
3000	380	440	+60 / +15,8 %
3600	330	380	+50 / +15,2 %

Gangabhängige Freigabe: KF007

Gang	1	2	3	4	5
Referenz / Nm	280	340	400	400	400
Ist / Nm	300	380	440	440	440

Die Obergrenze bei 2.400 1/min steigt von 400 auf 460 Nm (+15,0 %). In Gang 2 wird die separate Modellgrenze von 340 auf 380 Nm angehoben (+11,8 %). Welche Grenze im Betrieb maßgeblich ist, hängt von ihrer Einbindung in die Momentenkoordination ab.

KEINE ZUSÄTZLICHE MECHANISCHE TRAGFÄHIGKEIT

Eine höhere Softwarefreigabe erhöht nicht die mechanische Belastbarkeit von Motor, Kupplung oder Getriebe. Dieses Muster enthält keine TCU-Datei und belegt weder eine Getriebeoptimierung noch die Eignung eines realen Antriebs für höhere Lasten.

06 / BEFUND B02 / LUFT & KRAFTSTOFF

Zusammenhängende Änderungen.

KF003 und KF004 · vollständige Stützstellen beider Modellkennlinien

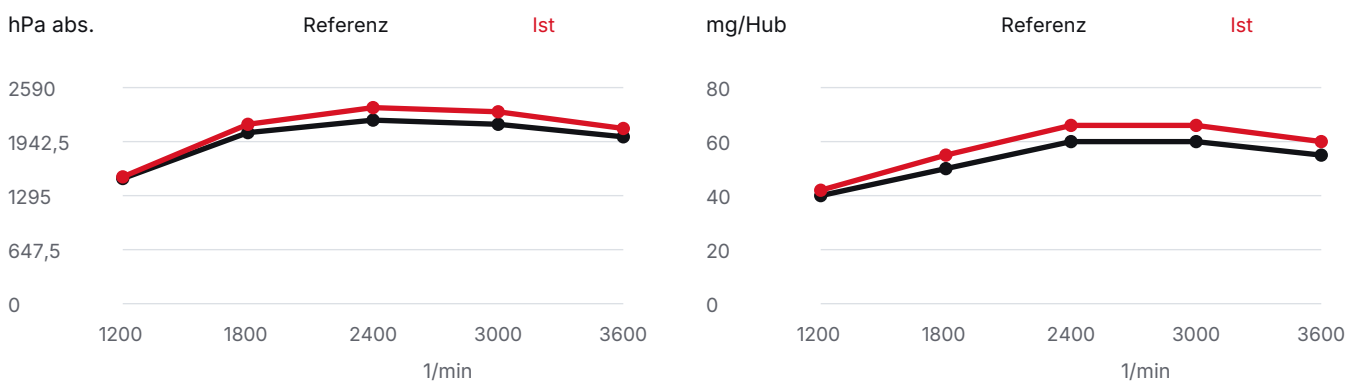


Abb. 3/4: Ladedruck-Sollwert (links, absolut) und Einspritzmengenbegrenzung (rechts). Verbundene Stützstellen dienen der Lesbarkeit; keine Messkurven.

1/min	Ladedruck hPa abs. Referenz / Ist	Einspritzmenge mg/Hub Referenz / Ist
1200	1500 / 1520	40 / 42
1800	2050 / 2150	50 / 55
2400	2200 / 2350	60 / 66
3000	2150 / 2300	60 / 66
3600	2000 / 2100	55 / 60

Befund

Bei 2.400 1/min steigt der Ladedruck-Sollwert von 2.200 auf 2.350 hPa (+6,8 %), die Mengenbegrenzung von 60 auf 66 mg/Hub (+10,0 %). Der absolute Druck enthält den Umgebungsdruck. Beide Vorgaben sind an allen fünf Stützstellen angehoben.

Der Zusammenhang mit B01 spricht für eine höhere Lastanforderung. Die reale Kraftstoffmenge hängt von weiteren Begrenzungen und Regelungen ab. Der unveränderte Raildruck-Sollwert KF008 belegt keine ausreichende Einspritzreserve.

ZUSÄTZLICH ERFORDERLICH

Eine Fahrzeugbewertung benötigt unter definierten Bedingungen etwa Soll-/Ist-Ladedruck, Luftmasse, Kraftstoffdruck und Temperaturverläufe. Ohne diese Messungen gibt es keine Aussage zu Mehrleistung, Verbrauch oder Bauteilreserve.

07 / BEFUNDE B03 & B04 / SCHUTZ

Reduktionswirkung aufgehoben.

Thermische Begrenzungen separat prüfen und in ihrem Funktionszusammenhang bewerten.

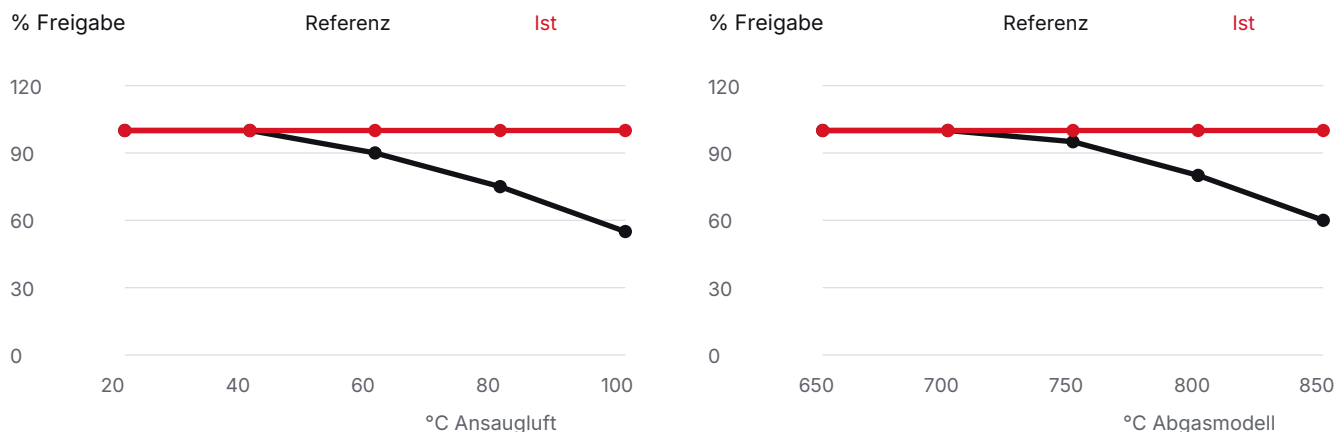


Abb. 5/6: KF005 Ansauglufttemperatur (links) und KF006 modellierte Abgastemperatur (rechts). Y: Momentenfreigabe in %. Alle Werte sind Beispieldaten.

Befund / Kennfeld	Referenzverlauf	Istverlauf
B03 / KF005 20 / 40 / 60 / 80 / 100 °C	100 / 100 / 90 / 75 / 55 %	100 / 100 / 100 / 100 / 100 %
B04 / KF006 650 / 700 / 750 / 800 / 850 °C	100 / 100 / 95 / 80 / 60 %	100 / 100 / 100 / 100 / 100 %

Feststellung

Beide Kennlinien wurden an jeweils drei Stützstellen verändert. Bei KF005 entfällt die in der Referenz hinterlegte Reduktion ab 60 °C. Am Endpunkt 100 °C liegt die Freigabe bei 100 statt 55 %: +45 Prozentpunkte, relativ +81,8 %. Bei KF006 sind es am Endpunkt 850 °C +40 Prozentpunkte gegenüber 60 % Referenzfreigabe.

TECHNISCHE BEWERTUNG

Innerhalb des definierten Modells wurde die thermisch bedingte Reduktionswirkung dieser beiden Kennfelder entfernt. Das ist als Veränderung schützender Vorgaben einzuordnen. Ob eine reale Schutzfunktion vollständig unwirksam wäre, ließe sich erst nach Prüfung von Aktivierungsbedingungen, Auswahlpfaden und weiteren Begrenzern beurteilen.

Die unveränderten Kühlmittel- und Öltemperaturkennfelder KF016/KF017 ersetzen diese Prüfung nicht. Ein tatsächlicher Temperaturverlauf oder ein Bauteilschaden ist durch die Dateien nicht dokumentiert.

08 / BEFUNDREGISTER & GRENZEN

Befunde mit klarer Reichweite.

Die Sicherheit einer Feststellung darf nicht größer sein als ihre Datengrundlage.

Befund	Gesicherte Feststellung im Muster	Reichweite
B01 KF001/002 /007	Momentenanforderungen und Freigaben erhöht.	Leistungsorientiertes Änderungsmuster; keine gemessene Mehrleistung.
B02 KF003/004	Ladedruck-Sollwert und Mengenbegrenzung erhöht.	Geänderte Vorgaben; kein Nachweis der realen Luft-/Kraftstoffversorgung.
B03 KF005	Thermische Reduktionskennlinie abgeflacht.	Reduktion im Modell entfernt; reale Aktivierung nicht geprüft.
B04 KF006	Abgastemperaturabhängige Reduktion abgeflacht.	Schutzvorgabe verändert; weder Schaden noch vollständiger Schutzverlust belegt.

Welche Alternativen wären auszuschließen?

Bei einem realen Datensatz können unterschiedliche Serienversionen, fehlerhafte Referenzzuordnung oder falsch interpretierte Skalierungen scheinbare Änderungen erzeugen. Vor einer Tuningbewertung müssen daher Identifikation, Achsen, Einheiten und Funktionszuordnung passen. Im Muster sind diese Merkmale konstruktiv identisch und vollständig dokumentiert.

Was nicht untersucht wurde

Keine Fahrzeugdiagnose, Fehlerspeicherauswertung, Messfahrt, Leistungs- oder Abgasmessung. Keine Prüfung auf physische Tuningboxen. Keine Untersuchung realer Programmcodeänderungen, Prüfsummenmodule, Flashzähler oder früherer Dateiversionen. Keine Aussage zu Urheber, Zeitpunkt oder Dauer eines Eingriffs.

BEDEUTUNG DER UNVERÄNDERTEN KENNFELDER

Wertgleich bedeutet ausschließlich: Die verglichenen Werte und Achsen stimmen überein. Daraus folgt keine generelle Freigabe des Motors. Auch ein unverändertes Kennfeld kann durch geänderte Auswahlbedingungen anders wirksam werden; solche Programmpfade sind im Modell nicht enthalten.

09 / ERGEBNIS & WEITERE BEARBEITUNG

Nachvollziehbar beantwortet.

Abschluss des Demonstrationsfalls und Grundlagen für einen realen Prüfauftrag

Auftragsfrage	Antwort für DEMO-ECU-01
Liegt eine Abweichung zur Referenz vor?	Ja. 7 Kennfelder und 36 numerische Werte weichen ab. Achsen und Einheiten sind gleich.
Ist ein Tuningmuster erkennbar?	Ja. Die Änderungen von Anforderung, Freigabe, Luft- und Kraftstoffvorgaben bilden ein zusammenhängendes leistungsorientiertes Muster.
Sind Schutzvorgaben manipuliert?	Ja. Zwei thermische Reduktionskennfelder wurden im definierten Modell verändert. Die reale Schutzwirkung ist damit nicht geprüft.

Nächste Schritte bei einem entsprechenden Kundenfall

Zunächst Ist-Datei und Referenz mit Kennungen unverändert sichern und den Prüfauftrag abgleichen. Vor einer Rückrüstung muss die Serienzuordnung einschließlich vorhandener Hardwareänderungen geklärt werden. Bei Fahrproblemen oder einem Schadenverdacht ist eine gesonderte Untersuchung am Fahrzeug erforderlich. Maßnahmen und deren Kontrolle gehören als eigener Auftrag dokumentiert.

Fachliche Grundlagen und Datenanlage

[1] EVC: WinOLS Software. Projekt-/Versionsvergleich und Kennfelddarstellung.

evc.de/en/product/ols/software/Default.asp

[2] EVC: WinOLS Help. Projekte, Elemente und Vergleichsfunktionen.

evc.de/ftp/Winols/WinOLS HelpEn.pdf

Quellenstand: 08.09.2026. Die Quellen beschreiben Softwarefunktionen; sie bestätigen weder dieses Musterprojekt noch dessen Ergebnisse. Beispieldaten, Berechnungen und Berichtsgrafiken wurden eigenständig erstellt.

DOKUMENTSTATUS UND FREIGABE

Version 1.0 vom 08.09.2026. Öffentliches Muster ohne Kundenauftrag, Prüfperson oder Unterschrift. Kein amtliches oder gerichtliches Gutachten. Die fachliche Freigabe eines tatsächlichen Kundenberichts erfolgt erst nach realer Prüfung. Anlage A (S. 11-12) und die separate ZIP-Datenanlage gehören zu diesem Muster.

ANLAGE A / KENNFELDDINVENTAR / TEIL 1 VON 2

Jedes Kennfeld dokumentiert.

Vollständiges Inventar des begrenzten Musterprojekts. Projektfundstelle jeweils DEMO/KFxxx.

ID / Funktionszuordnung	Achse / Wertebene	Prüfergebnis
KF001 · Fahrerwunsch	1/min Nm · 20 Werte	10/20 abweichend B01
KF002 · Momentenobergrenze	1/min Nm · 5 Werte	5/5 abweichend B01
KF003 · Ladedruck-Sollwert	1/min hPa abs. · 5 Werte	5/5 abweichend B02
KF004 · Einspritzmengenbegrenzung	1/min mg/Hub · 5 Werte	5/5 abweichend B02
KF005 · Temperaturabhängige Momentenreduktion	°C Ansaugluft % Freigabe · 5 Werte	3/5 abweichend B03
KF006 · Abgastemperaturabhängige Momentenreduktion	°C Abgasmodell % Freigabe · 5 Werte	3/5 abweichend B04
KF007 · Gangabhängige Momentenobergrenze	Gang Nm · 5 Werte	5/5 abweichend B01
KF008 · Raildruck-Sollwert	1/min bar · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF009 · Raildruck-Obergrenze	1/min bar · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF010 · Lambda-Untergrenze	1/min Lambda · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF011 · Einspritzbeginn	1/min °KW vor OT · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF012 · Einspritzdauer	mg/Hub µs · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich

KF001 enthält eine 5 × 4 Matrix. KF002-KF024 enthalten jeweils fünf Stützstellen. Alle Achsen, Werte und Einheiten stehen vollständig in den JSON-Dateien und in der CSV-Datenanlage. Die Fundstellen sind Projektkennungen, keine vorgetäuschten Speicheradressen.

ANLAGE A / KENNFELDDINVENTAR / TEIL 2 VON 2

Jedes Kennfeld dokumentiert.

Vollständiges Inventar des begrenzten Musterprojekts. Projektfundstelle jeweils DEMO/KFxxx.

ID / Funktionszuordnung	Achse / Wertebene	Prüfergebnis
KF013 · Leerlauf-Sollwert	°C Kühlmittel 1/min · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF014 · Startmengen-Korrektur	°C Kühlmittel Faktor · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF015 · Drehzahlobergrenze	°C Öl 1/min · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF016 · Kühlmittelschutz-Korrektur	°C Kühlmittel % Freigabe · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF017 · Öltemperaturschutz-Korrektur	°C Öl % Freigabe · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF018 · Ladedruck-Obergrenze	1/min hPa abs. · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF019 · Ladedruck-Reglerv Verstärkung	1/min Faktor · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF020 · Luftdruck-Korrektur	hPa Umgebung Faktor · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF021 · Gaspedal-Filterzeit	1/min ms · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF022 · Drehmoment-Rampenlimit	1/min Nm/s · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF023 · Kraftstofftemperatur-Korrektur	°C Kraftstoff Faktor · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich
KF024 · Schub-Wiedereinsetzdrehzahl	Gang 1/min · 5 Werte	0/5 abweichend wertgleich

VOLLSTÄNDIGKEIT DER ANLAGE

24 von 24 Modellkennfeldern verglichen: 7 verändert, 17 wertgleich. 135 von 135 Zahlenwerten erfasst, davon 36 verändert. Dieses kleine Modell bildet keine vollständige reale Motorsoftware ab. Für einen echten Auftrag muss das Inventar aus dem untersuchten Steuergerät erstellt werden.

Datenanlage: ECU-Musterprojekt-Daten.zip

Enthalten: Serienreferenz, Prüfdatensatz, zellenweiser CSV-Vergleich, Prüfmanifest und Erläuterung. Die SHA-256-Werte auf S. 3 ermöglichen die Zuordnung der beiden Ausgangsdateien.