

KFZ-LEISTUNGSMESSER



Teil 3

ZEIGT, WAS IN IHREM MOTOR STECKT

Der KL 100 ermittelt anhand eines elektronischen Tachosignals, das bei vielen Pkw bereits bis zum Autoradio-Einbauschacht gelegt ist, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Beschleunigungsdaten des Fahrzeugs. Nach Eingabe der Fahrzeugmasse und einer Messfahrt kann das Gerät die Motorleistung bestimmen. Es laufen Kilometerzähler und unter Berücksichtigung der Reibung auch Energiezähler mit, die Rückschlüsse auf das Fahrverhalten ziehen lassen. Die Messwerte und Einstellungen lassen sich über ein LC-Display verwalten. Der dritte Teil befasst sich mit der Inbetriebnahme und Bedienung des Kfz-Leistungsmessers.

Inbetriebnahme

Für die Berechnungen der Leistungswerte benötigt der KL 100 einige konstante Werte als Vorgabe, die er im internen EEPROM des Mikrocontrollers dauerhaft speichert. Bei der ersten Inbetriebnahme oder auch nach einem Fahrzeugwechsel oder bei Änderungen am Fahrzeug müssen diese Konstanten eingegeben bzw. gemessen werden. Die im Folgenden besprochenen Messungen sind über die Menüstruktur des KL 100 erreichbar (Abbildung 12, Mitte).

Tachosignal

Das Tachosignal wird in Pulsen pro km angegeben. Es ist zu finden unter:

Taste „Funktion“ -> Tachosignal

Wenn der Wert für das Kfz bekannt ist, kann er hier mit der Taste „Edit“ und

den Tasten „+“ und „-“ direkt eingestellt werden. Alternativ kann man den Wert mit der Funktion „Messung“ auch messen. Hier gibt es 2 Möglichkeiten, zwischen denen mit der Taste „Funktion“ gewechselt werden kann:

Tachosignal nach Geschwindigkeit

Wenn die Geschwindigkeit des Kfz mit ausreichender Genauigkeit bekannt ist, z. B. durch ein Navigationssystem, kann man hier eine Geschwindigkeit mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ vorgeben, die anschließend während der Fahrt mit dieser Geschwindigkeit mit der Funktion „Messung“ übernommen wird.

Tachosignal nach Strecke

Hier kann man mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ eine Strecke vorgeben, die als Vergleichsgröße für die anschließende Messfahrt verwendet

wird. Der Anfang der Messstrecke wird dem KL 100 mit der Funktion „Messung“ bekanntgegeben. Am Ende der Messstrecke wird die Taste „Ende“ gedrückt. Zur Kontrolle leuchtet während der Messung die LED.

Wenn man dem fahrzeugeigenen Kilometerzähler vertraut, kann man auch diesen zum Bestimmen einer Messstrecke benutzen.

Zu beiden Möglichkeiten gibt es im Übrigen weitere Hinweise im ersten Teil dieses Artikels.

Fahrzeugmasse

Die Fahrzeugmasse wird in kg angegeben und findet sich unter:

Taste „Funktion“ -> Fahrzeugmasse

Die Fahrzeugmasse muss mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ direkt eingestellt werden. Die Fahrzeugmasse sollte relativ genau stimmen, da sie in

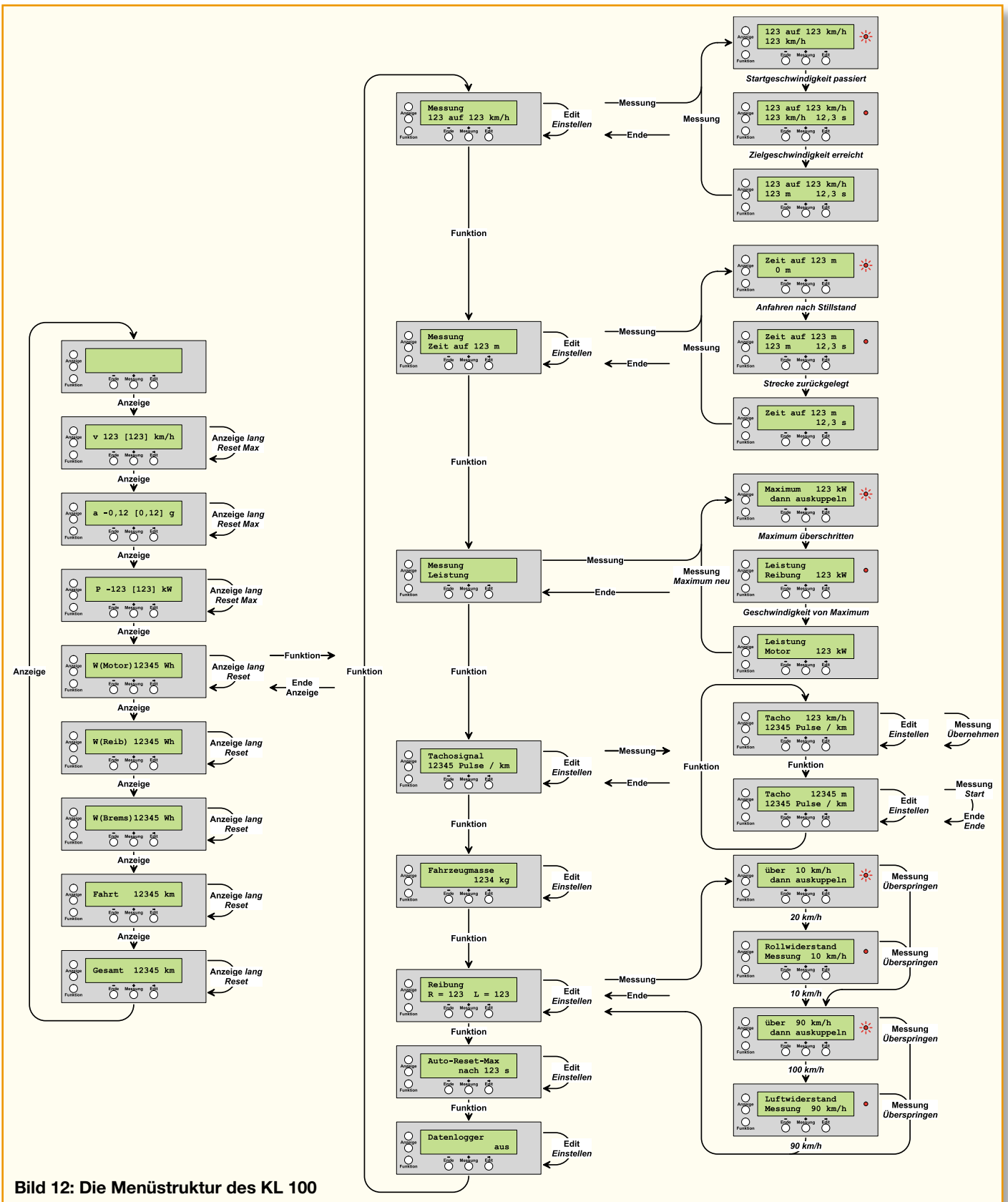


Bild 12: Die Menüstruktur des KL 100

die Leistungs- und Energieangaben eingerechnet wird. Als Richtwert kann man auch die Angabe aus den Fahrzeugpapieren eingeben, besser ist es jedoch, das Kfz auf einer Fahrzeugwaage wiegen zu lassen, z. B. auf einem Müllumschlagplatz oder bei einer Genossenschaft.

Reibung

Die Reibung wird zusammengesetzt aus Roll- und Luftwiderstand und wird in die Leistungs- und Energieangaben eingerechnet (Ausnahme: Einzelmessung Leistung).

Dafür werden die beiden Konstanten „R“ für den Rollwiderstand und „L“ für den Luftwiderstand benötigt. Genauere Angaben zur Bedeutung dieser Werte finden sich im ersten Teil dieses Artikels.

Die beiden Konstanten zur Reibung finden sich unter:

Tabelle 2: Messwerte und deren Bedeutung

v 123 [123] km/h	<p>Geschwindigkeit aktuell und maximal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wertebereich: 0 bis 255 km/h • prinzipbedingt werden hier auch beim Rückwärtsfahren positive Werte angezeigt
a -0,12 [0,12] g	<p>Beschleunigung aktuell und maximal</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 g entspricht der Erdbeschleunigung, d. h. bei 1 g wird der Fahrer mit einer Beschleunigungskraft belastet, die seinem eigenen Körpergewicht entspricht
P -123 [123] kW	<p>Motor- bzw. Bremsleistung unter Berücksichtigung der errechneten Reibung aktuell und maximal</p> <ul style="list-style-type: none"> • beim Beschleunigen positiv • bei konstanter Geschwindigkeit entspricht der Wert der errechneten Reibungsleistung • beim Ausrollen null • beim Bremsen negativ
W(Motor) 1 2 3 4 5 Wh	<p>Energiezähler der Motorleistung unter Berücksichtigung der errechneten Reibung</p> <ul style="list-style-type: none"> • läuft immer hoch, wenn sich ein positiver Wert für P ergibt • läuft niemals rückwärts, da der Motor im Normalfall keine Energie zurückgewinnt
W(Reib) 1 2 3 4 5 Wh	<p>Energiezähler der errechneten Reibungsleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> • läuft immer hoch, wenn Reibungsleistung anfällt, also immer wenn sich das Fahrzeug bewegt • diese Energie geht immer ungenutzt verloren
W(Brems) 1 2 3 4 5 Wh	<p>Energiezähler der Bremsleistung unter Berücksichtigung der errechneten Reibung</p> <ul style="list-style-type: none"> • läuft immer hoch, wenn sich ein negativer Wert für P ergibt • ohne Rückgewinnung handelt es sich hierbei um Energie, die ungenutzt verloren geht • würde man das Kfz immer nur durch Ausrollen verzögern, bliebe dieser Wert theoretisch auf null
Fahrt 123456789 km	<p>Kilometerzähler für die aktuelle Fahrt</p> <ul style="list-style-type: none"> • wird beim ersten Bewegen des Kfz nach dem Einschalten auf null zurückgesetzt
Gesamt 123456789 km	<p>Fortlaufender Kilometerzähler</p> <ul style="list-style-type: none"> • kann nur vom Benutzer auf null zurückgesetzt werden

Taste „Funktion“ -> Reibung

Die beiden Werte sind optimal eingestellt, wenn beim Ausrollen mit ausgekuppeltem Motor die Leistungsanzeige über den gesamten Geschwindigkeitsbereich auf null steht.

Wenn die Konstanten für das Kfz bereits bekannt sind, kann die Einstellung direkt mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ vorgenommen werden. Ansonsten wird mit „Messung“ zuerst der Rollwiderstand bei 10 km/h gemessen und anschließend der Luftwiderstand bei 90 km/h. Bei der Messung des Luftwiderstandes wird auch der Wert für den Rollwiderstand eingerechnet.

Für die beiden Messungen muss zunächst über den angegebenen Geschwindigkeitswert beschleunigt (LED blinkt) und anschließend ausgekuppelt werden (LED leuchtet), bis die angegebene Geschwindigkeit während des Ausrollens wieder unterschritten wird.

Bedienung im Kfz

Der KL 100 schaltet sich zusammen mit der +12-V-Schaltspannung ein und aus. Die Grundfunktion besteht in der Anzeige der aktuellen Messwerte. Sonderfunktionen wie Einzelmessungen und Einstellungen befinden sich im Funktionsmenü.

Eine Übersicht der gesamten Benutzerführung bietet Abbildung 12.

Aktuelle Messwerte

Die Anzeige der aktuellen Messwerte erfolgt zeilenweise, d. h. der Benutzer kann auf die beiden Zeilen des Displays zwei für ihn interessante Messwerte legen. Die Werte und ihre Bedeutung finden sich in Tabelle 2.

Ausgewählt wird der Inhalt einer Zeile mit der Taste „Anzeige“ links von der jeweiligen Zeile. Bei Geschwindigkeit, Beschleunigung und Leistung wird neben dem aktuellen Messwert ein (zuvor erreichter) Maximalwert in eckigen Klammern angegeben. Dieser kann durch langes Drücken von „Anzeige“ zurückgesetzt werden. Bei den Energie- und Kilometerzählern bewirkt der lange Tastendruck das Zurücksetzen des jeweiligen Zählers auf null. Die Werte der Energie- und Kilometerzähler werden bei jedem Übergang von Fahrt nach Stillstand im internen EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert, so dass sie auch ohne Versorgungsspannung erhalten bleiben.

Funktionsmenü

Neben den Einstellungen, die im Absatz „Inbetriebnahme“ erklärt worden sind, gibt es im Funktionsmenü noch drei verschiedene Arten von Einzelmessungen und zwei weitere Einstellmöglichkeiten:

Einzelmessung Zeit auf Geschwindigkeitsdifferenz

Hier wird die Zeit gemessen, die das Kfz zwischen einer Start- und einer Zielge-

schwindigkeit benötigt. Start- und Zielgeschwindigkeit können mit „Edit“ eingestellt werden. Dabei darf die Startgeschwindigkeit auch oberhalb der Zielgeschwindigkeit liegen. Wenn die gewünschten Geschwindigkeitswerte eingestellt sind, kann die Messung mit der Taste „Messung“ gestartet werden. Dabei beginnt die Zeitmessung nicht sofort. Wenn die aktuelle Geschwindigkeit der Startgeschwindigkeit entspricht oder bezüglich der gewünschten Messung vor der Startgeschwindigkeit liegt, beginnt die LED zu blinken. Erst beim Über- bzw. Unterschreiten der Startgeschwindigkeit in Richtung Zielgeschwindigkeit wird die Zeitmessung gestartet und die LED leuchtet. Beim Erreichen der Zielgeschwindigkeit verlöscht die LED und das Ergebnis der Messung wird angezeigt. Jeder neue Schritt der Messung wird auch durch den Piezo-Signalgeber signalisiert, so dass es nicht erforderlich ist, während der Messfahrt auf das Display oder die LED des KL 100 zu blicken.

Einzelmessung Zeit auf Strecke ab Stillstand

Auch bei dieser Messung kann mit der „Edit“-Taste und den Tasten „+“ und „-“ ein Wert vorgegeben werden. Dabei handelt es sich um die Strecke, für die die benötigte Zeit ab Stillstand gemessen werden soll. Üblicherweise bewertet man damit die maximale Beschleunigung des Kfz. Für die aus den USA bekannte viertel Meile kann hier der Wert „402 m“ eingetragen werden.

Nach dem Starten der Messung mit der Taste „Messung“ beginnt auch hier die Zeitmessung nicht sofort. Zunächst wartet der KL 100 ggf. darauf, dass das Kfz den Stillstand erreicht. Anschließend blinkt die LED. Erst beim Anfahren nach dem Stillstand wird die Zeitmessung gestartet und die LED leuchtet. Wenn die Messstrecke vollständig zurückgelegt worden ist, verlischt die LED und das Ergebnis der Messung wird angezeigt. Der Piezo-Signalgeber signalisiert auch hier den Beginn eines jeden einzelnen Schrittes der Messung akustisch, damit das Display und die LED nicht permanent beachtet werden müssen.

Einzelmessung Motorleistung

Im Unterschied zur Anzeige der aktuellen Motorleistung wird bei dieser Einzelmessung die maximale Motorleistung ermittelt, wobei die Verlustleistung durch die Reibung nicht errechnet wird, sondern im zweiten Schritt der Einzelmessung gemessen wird. Dadurch ist diese Messung unabhängig von den eingestellten Konstanten für die Reibungsberechnung, was ggf. zu einer höheren Genauigkeit führt.

Die Messung wird gestartet mit der Taste „Messung“, die LED blinkt. Der KL 100 misst nun permanent die Leistung und aktualisiert den Maximalwert. Das Leistungsmaximum wird bei Kfz mit Verbrennungsmotoren normalerweise am oberen Ende des nutzbaren Drehzahlbereiches erreicht. Anschließend muss der Motor ausgekuppelt werden. Mehr Informationen dazu finden sich im ersten Teil dieses Artikels.

Die Messung sollte bei einem normalen Pkw nicht im ersten Gang durchgeführt werden, da der KL 100 mit einer Mittelwertbildung über etwa eine halbe Sekunde arbeitet. In niedrigen Gängen können sich die Leistungswerte so schnell ändern, dass der Leistungsmesser sie nicht vollständig erfasst.

Wird eine negative Leistung gemessen, beginnt der KL 100 die Reibung zu messen, wobei die LED leuchtet. Die Verlustleistung durch die Reibung, die der KL 100 bei der Geschwindigkeit des Leistungsmaximums misst, wird zum Maximum addiert und als Ergebnis angezeigt. Die LED verlischt.

Es kann vorkommen, dass der KL 100 schon beim Umschalten in einen höheren Gang ungewollt mit der Messung der Reibung beginnt oder schon ein Ergebnis anzeigt.

Wenn der Wagen aber im höheren Gang das letzte Maximum wieder überschreitet, springt der KL 100 sofort wieder zum ersten Schritt der Messung.

Auch bei dieser Messung werden die Wechsel zwischen den einzelnen Schritten von einem akustischen Signal begleitet, um die Aufmerksamkeit des Fahrers nicht unnötig abzulenken.

Auto-Reset-Max

Der KL 100 kann die angezeigten Maximalwerte von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Leistung automatisch zurücksetzen. Dafür kann man hier mit der Taste „Edit“ und den Tasten „+“ und „-“ eine Zeit in Sekunden angeben. Die Zeit beginnt zu laufen, wenn der angezeigte Maximalwert überschritten und infolgedessen aktualisiert wird. Nach Ablauf der Zeit setzt der KL 100 den Maximalwert auf den jeweiligen aktuellen Messwert zurück.

Wenn die Zeit auf null eingestellt ist, ist die Auto-Reset-Max-Funktion deaktiviert.

Datenlogger und Bedienung am PC

Genauere Informationen darüber und über das Auslesen der Daten aus dem Datenlogger am PC wird es im vierten und letzten Teil dieses Artikels geben.

Fehlerquellen

Tachosignal

Beim Tachosignal kommt es nicht nur darauf an, dass der Wert für die Pulse pro Kilometer richtig eingestellt ist, sondern auch auf die Qualität des Signals. Auch wenn der KL 100 zyklisch auftretende Fehler durch eine Mittelwertbildung über etwa eine halbe Sekunde ausgleicht, ist ein gewisses Maß an Rundlauf des verwendeten Sensors erforderlich. Hallsensoren sind generell gut geeignet, wenn sie direkt am Getriebe montiert sind. Der Einsatz eines Sensors am anderen Ende der Tachowelle dagegen ist nicht empfehlenswert, da die Tachowelle den Rundlauf durch Bögen und Knick verschlechtern kann.

Der empfindlichste Messwert ist die Leistung, da hier Geschwindigkeit und Beschleunigung eingerechnet werden. Erfahrungsgemäß kann der Wert der aktuellen Leistung sogar durch eine schlechte Fahrbahnbeschaffenheit um mehrere kW schwanken. In einem guten System bei ebener Fahrbahn sollte der Wert bei konstanter Geschwindigkeit jedoch stabil sein.

Höhenunterschiede

Der KL 100 kann keine Höhenunterschiede in seine Berechnungen einbeziehen. Das führt dazu, dass im Gefälle eine zu hohe Leistung angezeigt wird, weil der KL 100 davon ausgeht, dass der Motor die Leistung für den Vortrieb aufbringt und nicht das Gefälle. Umgekehrt ist es an Steigungen. Hier ist eine höhere Motorleistung erforderlich als die vom KL 100 angezeigte.

Auch bei den Energiezählern führen Höhenunterschiede zu Abweichungen, da hier die aktuelle Leistung eingerechnet wird. Die Abweichung entspricht der potentiellen Energie:

$$W_p = m \cdot g \cdot h$$

mit W_p in J, m in kg, g ca. $9,81 \text{ m/s}^2$, h in m.

Für ein Kfz mit einer Masse von 1000 kg ergibt sich bei einem Höhenunterschied von 100 m also eine Abweichung in der Größenordnung von 981.000 J bzw. W_s oder 272,5 Wh.

Reibung

Der KL 100 berechnet die Verlustleistung durch Reibung anhand von Konstanten. In der Praxis sind Roll- und Luftwiderstand aber abhängig von der Umgebung und nicht immer konstant. Ob die eingestellten Konstanten für die Umgebung passend sind, kann während der Fahrt geprüft werden, indem man auskuppelt und kontrolliert, ob die aktuelle Leistung beim Ausrollen auf null steht. Auch anhand der Energiezähler kann man die Abstimmung des Systems beurteilen. Wenn alle drei Zähler vor einer Fahrt zurückgesetzt worden sind, gilt bei einem idealen System nach der Fahrt:

$$W(\text{Motor}) = W(\text{Reibung}) + W(\text{Bremsen})$$

Schlupf

Generell ist zu beachten, dass das Tachosignal mit dem Antriebsstrang des Kfz verbunden ist, wenn der Sensor am Getriebe angeschlossen ist. Das bedeutet, dass jede Art von Schlupf, wie durchdrehende oder blockierende Räder, die Messungen verfälschen. Dies sollte insbesondere bei den Einzelmessungen beachtet werden, wo es normalerweise um Extremwerte geht.

Verantwortlich handeln!

Zu guter Letzt noch einige unvermeidliche rechtliche Hinweise:

Achtung! Der Kfz-Leistungsmesser besitzt als Bausatz keine Zulassung für den Einsatz im Bereich der StVZO, er darf infolgedessen nur auf abgesperrten Strecken oder Privatgelände und auf eigene Gefahr eingesetzt werden. Letzteres betrifft auch den Anschluss und den Betrieb im Fahrzeug – eventuell auftretende Fehlhandlungen, falsche Anschlüsse und Folgeschäden fallen allein ebenso in die Verantwortung des Benutzers wie der generelle Betrieb des Gerätes im Fahrzeug. Wir empfehlen trotz der installierten automatischen Messfunktionen den Einsatz eines eingewiesenen Beifahrers, um bei den Bedien- und Kontrollhandlungen nicht vom Fahren abgelenkt zu werden. Da der Leistungsmesser ohnehin alle relevanten Daten im Datenlogger sammelt, können diese später in Ruhe am PC ausgewertet werden. Genau diesem Thema widmen wir uns im vierten Teil, hier geht es um den Datenlogger, das Auslesen der Daten per PC und deren Auswertung auf diesem.

ELV