

Die Aufgabe des Sensors

Der Sensor ist zwischen Luftfilter und Drosselklappe eingebaut und misst die vom Motor angesaugte Luftmasse. Bei Ottomotoren ist die angesaugte Luftmasse der wichtigste Wert für die Berechnung der erforderlichen Kraftstoffmasse. Bei Dieselmotoren dient der Messwert im Teillastbereich zur Steuerung der Abgasrückführung, im Vollastbereich zur Schwarzrauchbegrenzung. Das Steuergerät berechnet die maximale Einspritzmenge, die rauchfrei verbrannt werden kann.

Funktionsweise des Luftmassenmessers

Das Sensorelement erfasst nur einen Teil der gesamten Luftmasse. Die Form des Kanals soll die Rückströmung der Ansaugluft minimieren und eine Ablagerung von Partikeln auf dem Sensorelement verhindern.



Bild 1:
Der Luftmassenmessereinsatz Quelle: NTK

Heutige Luftmassenmesser bestehen aus einem Heizwiderstand und 2 Temperatursensoren (Bild 2). Der Heizwiderstand wird von der Elektronik

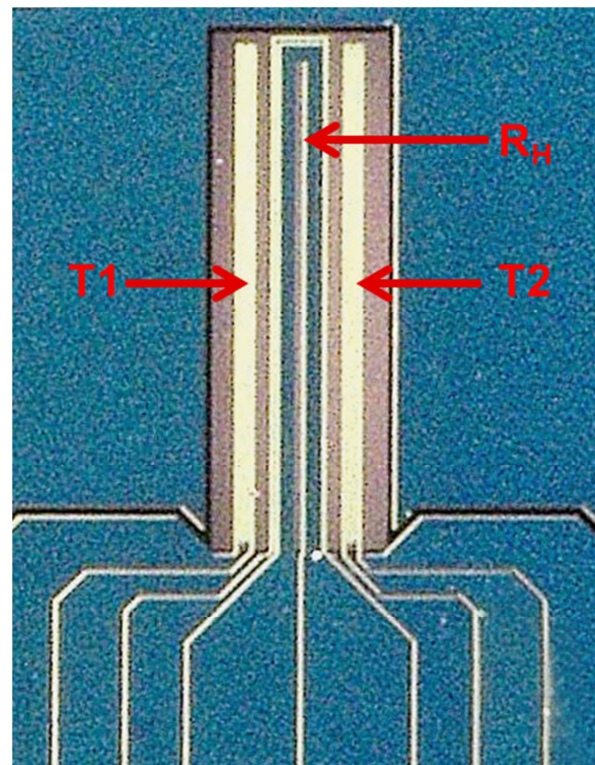


Bild 2: Das Sensorelement eines Luftmassenmessers. Quelle: NTK

auf einer konstanten Temperatur von ungefähr 160 Grad gehalten. Die ankommende Frischluft kühlt den Temperatursensor T1 ab und wird durch den Heizwiderstand erwärmt. Am Temperaturfühler T2 wird deshalb eine höhere Temperatur gemessen. Die Elektronik errechnet aus dem Temperaturunterschied die angesaugte Luftmasse und wandelt den errechneten Wert in ein elektrisches Signal für das Steuergerät um. Bei älteren Luftmassenmesser handelt es sich um ein analoges Spannungssignal, das im Bereich zwischen 0,2 V und 4,8 V liegt. Die Signalspannung steigt mit der Luftmasse.

Bei neueren Luftmassenmessern wird ein digitales Rechtecksignal zum Steuergerät geschickt, dessen Frequenz sich abhängig von der Luftmasse verändert. Die Frequenz liegt im Bereich zwischen 1kHz und 17kHz. Bei einigen Luftmassenmessern fällt die Frequenz mit steigender Luftmasse. Bei anderen Typen wird die Frequenz mit steigender Luftmasse größer.

Je nach Ausführung können zusätzliche Messwerte für die Ansauglufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit und den Druck im Luftmassenmesser erfasst werden

Mögliche Fehler und ihre Auswirkungen.

Elektrischer Ausfall des Luftmassenmessers

Mögliche Ursachen sind eine fehlende Spannungsversorgung, Kabelbrüche, defekte Stecker oder ein Ausfall der Sensorelektronik. Das Steuergerät erkennt den Fehler und legt ihn im Feh-

lerspeicher ab. Häufige Fehlermeldungen sind: „Luftmassenmessersignal unplausibel, zu niedrig oder zu hoch“. Das Steuergerät versucht mit Ersatzwerten Notlaufeigenschaften herzustellen. Die dabei verwendeten Werte werden in der Datenliste eines Diagnosegerätes angezeigt. Der Kunde beanstandet Ruckeln oder Leistungsverlust.

Bevor Sie den Luftmassenmesser tauschen, überprüfen Sie bitte die Spannungsversorgung (12 V und/oder 5 V) und die Leitungen zum Steuergerät auf Durchgang und Masseschluss. Bei elektrischen Messungen am Luftmassenmesser ist ein Schaltplan hilfreich. Luftmassenmesser haben zwischen drei und sieben Anschlusspins. Häufig ist der Signalpin der letzte des Steckers (Bild 3).

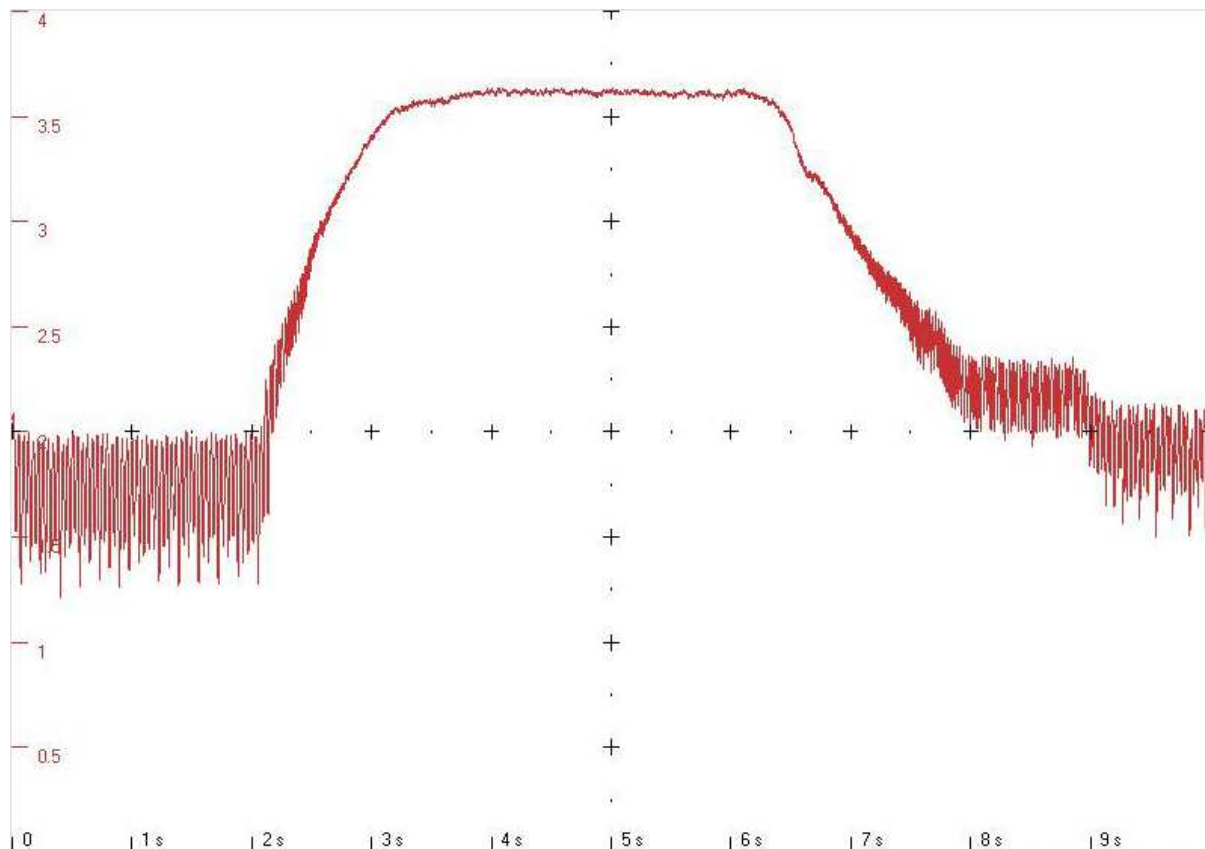


*Bild 3: Beispiel für die Pinbelegung eines Luftmassenmessers.
Pin 1: Signal des Temperaturfühlers Ansaugluft Pin 2: Masse Pin 4: Spannungsversorgung +12V,*

Die Messung der Signalspannung dient hauptsächlich der Überprüfung der Grundfunktionen des Luftmassenmessers. Bei Luftmassenmessern mit analogen Spannungssignal schließen Sie ein Voltmeter oder besser ein Oszilloskop an den Pin der Signalspannung und an die Signalmasse an. Bei eingeschalteter Zündung sollte der Spannungswert je nach Ausführung zwischen 0,2 V und 1,0 V liegen. Beträgt die Spannung null Volt oder 5 V, ist der Luftmassenmesser defekt und muss getauscht werden. Im Leerlauf liegt die Signalspannung zwischen 1,5 V und 2 V.

Auf dem Oszilloskop können Sie in Bild eine pulssierende Spannung sehen, die auf die schwingende Luftsäule im Saugrohr zurückzuführen ist (Bild 4). Bei einem anschließenden kräftigen Gasstoß sollte die Spannung über 3,5 V liegen.

Den höchsten Wert der Signalspannung von 4,2 bis 4,7 V erreichen Sie nur, wenn Sie bei einer Probefahrt unter Volllast bis zur Nenndrehzahl beschleunigen. Die oben genannten Spannungswerte sind Richtwerte. Genaue typspezifische Sollwerte finden Sie in den Unterlagen der Fahrzeughersteller.



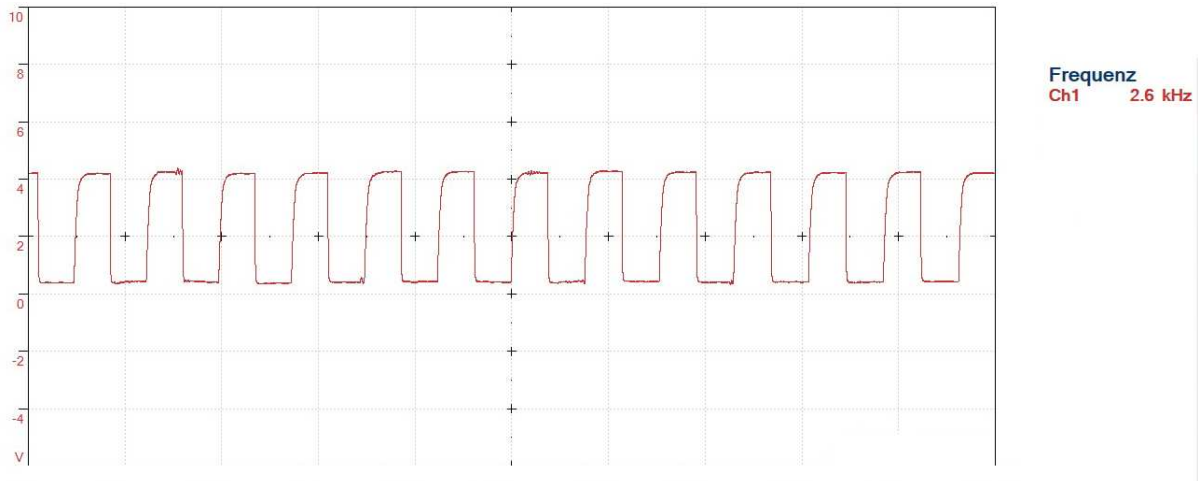


Bild 5: Signal eines Luftmassenmessers im Leerlauf. Die Frequenz beträgt 2,6 kHz und steigt mit zunehmender Luftmasse an. Bei Zündung ein beträgt die Frequenz 1,9 kHz.

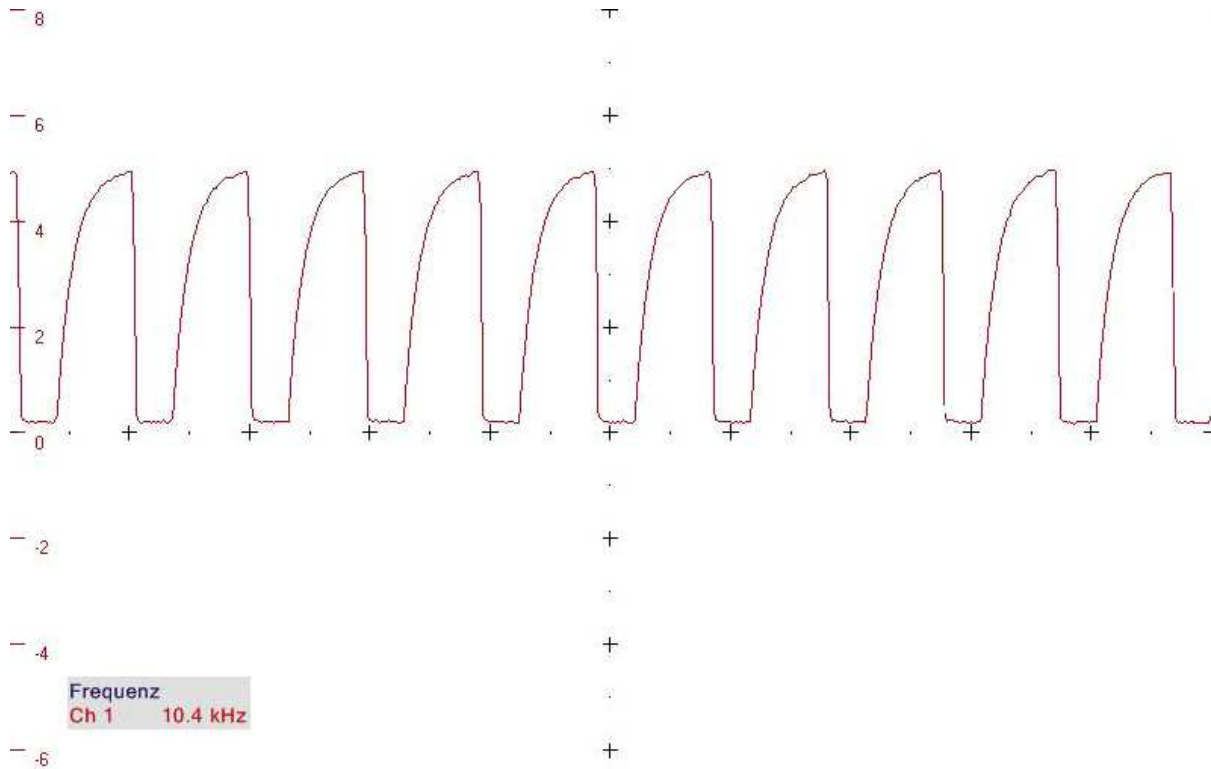


Bild 6: Signal eines Luftmassenmessers bei Zündung ein. Die Frequenz beträgt 10,4 kHz und fällt bei steigender Drehzahl bis auf 2,0 kHz.

Bei Luftmassenmessern, die ein Rechtecksignal erzeugen, benötigen Sie ein Oszilloskop oder ein Frequenzmessgerät. Schließen Sie das Messgerät an den Signalpin und an die Signalmasse an. Beim Einschalten der Zündung erscheint auf dem Oszilloskop ein Rechtecksignal, dessen Frequenz je nach Ausführung zwischen 1 kHz und 15 kHz liegt. (Bild 5 und 6). Bei Luftmassenmessern mit niedrigen Frequenzen von 1 bis 2 kHz müssen die Werte bei einem Gasstoß ansteigen (Bild.5)

Falsche Messwerte des Luftmassenmessers

Bei diesem Fehler liegt der gemessene Wert meistens unter der wirklich angesaugten Luftmasse. Häufig ist das Sensorelement durch Öldämpfe aus der Kurbelgehäuseentlüftung oder durch Partikel wegen schlechter Luftfilterung verschmutzt. Bei Benzinmotoren nimmt das Steuergerät wegen der vermeintlich niedrigen Luftmasse die Einspritzmenge zurück. Der Motor ruckelt

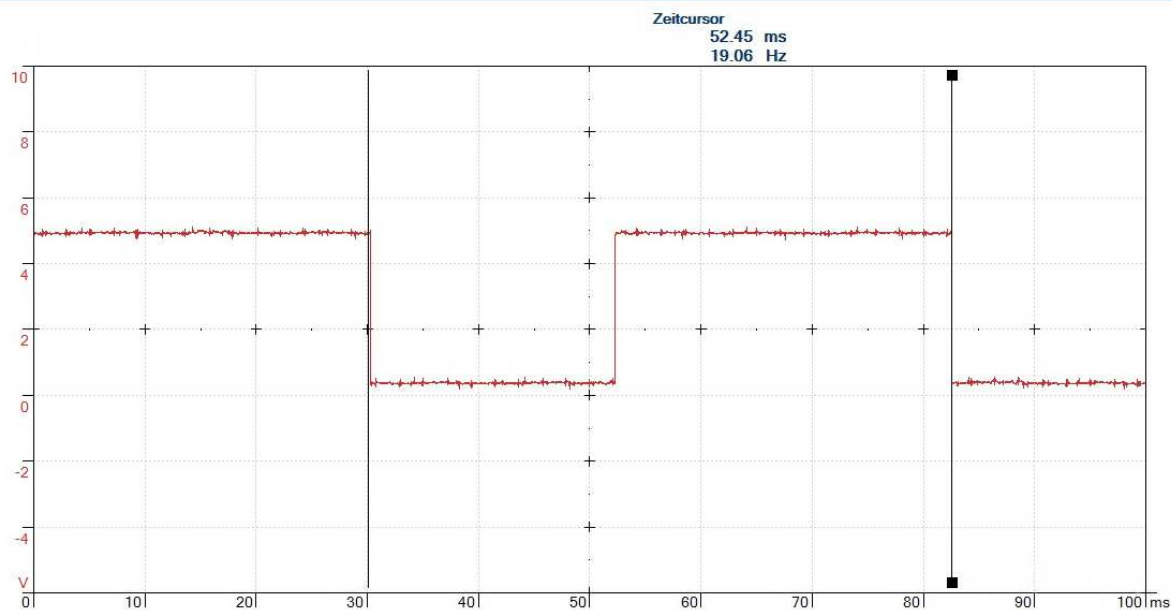


Bild 7: Bei dem Fahrzeug aus Bild 5 wird auch die Ansauglufttemperatur als Rechtecksignal ausgegeben. Die Frequenz beträgt nur 15Hz. Mit der Temperatur ändert sich das Tastverhältnis.

Bei Luftmassenmessern mit hohen Frequenzwerten (bei Zündung ein von 5 bis 15 kHz) muss die Frequenz kleiner werden (Bild 6).

Bei neueren Luftmassenmessern wird nicht nur die Luftmasse sondern auch die Ansauglufttemperatur als Rechtecksignal ausgegeben. Das Signal der Ansauglufttemperatur ist an den niedrigen Frequenzwerten zu erkennen (Bild 7).

im Teillastbereich und erreicht nicht seine volle Leistung. Bei Dieselmotoren beanstandet der Kunde Leistungsmangel, weil das Steuergerät wegen der vermutlichen niedrigen Luftmasse die Einspritzmenge zurücknimmt. Die Fehlersuche ist in diesem Fall schwieriger, weil das Steuergerät keinen Fehler oder nur den Folgefehler im Fehlerspeicher ablegt. Bei Benzinmotoren wird häufig der Fehler „Gemisch zu mager, Lambdaregelgrenze erreicht“ angezeigt. Zur Einkreisung des

Fehler führen Sie eine Probefahrt durch und zeichnen Sie mit der Eigendiagnose die Messwerte Motordrehzahl, Luftmasse und bei Turbomotoren den Saugrohrdruck auf. Beschleunigen Sie in einem großen Gang unter Vollast bis Nenndrehzahl des Motors. Der Wert der Luftmasse sollte gemessen in Gramm pro Sekunde (g/s)

ner Diagnosefunktion, mit der die meisten Fahrzeuge mit Ottomotor ab dem Baujahr 2000 ausgerüstet sind.

Ein niedriger Luftmassenwert weist aber noch nicht eindeutig auf einen defekten Luftmassenmesser hin. Erst wenn alle anderen Systeme der

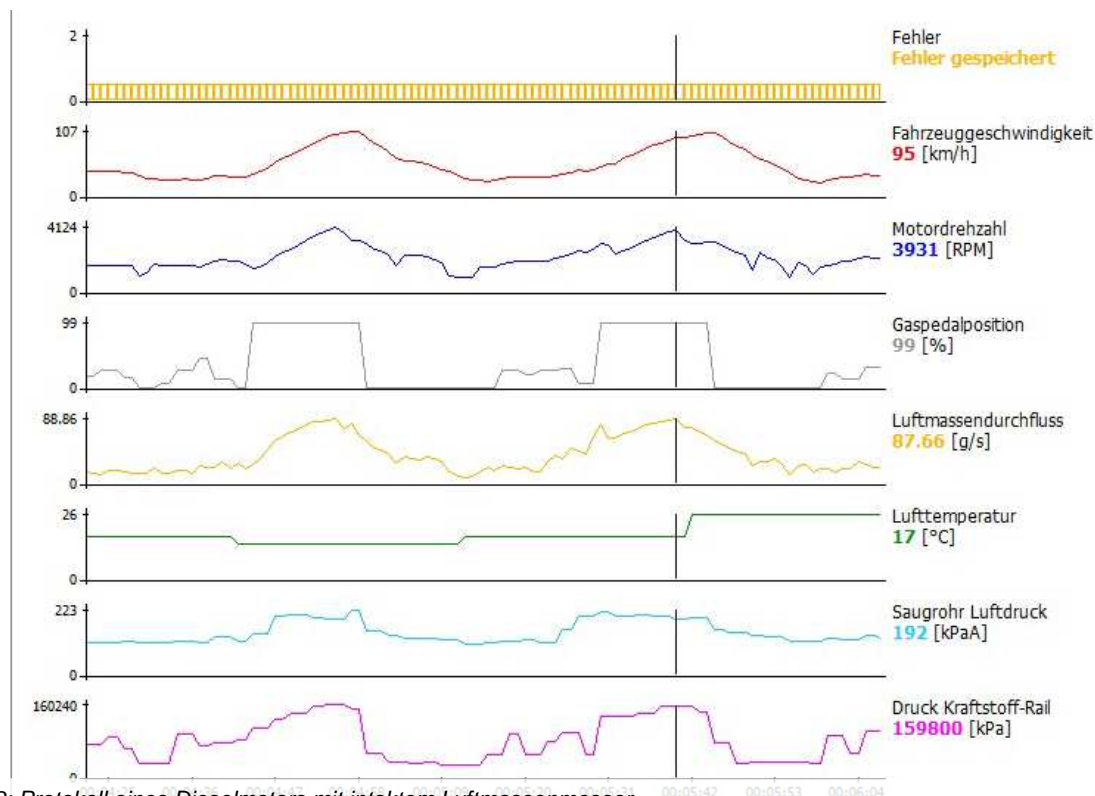
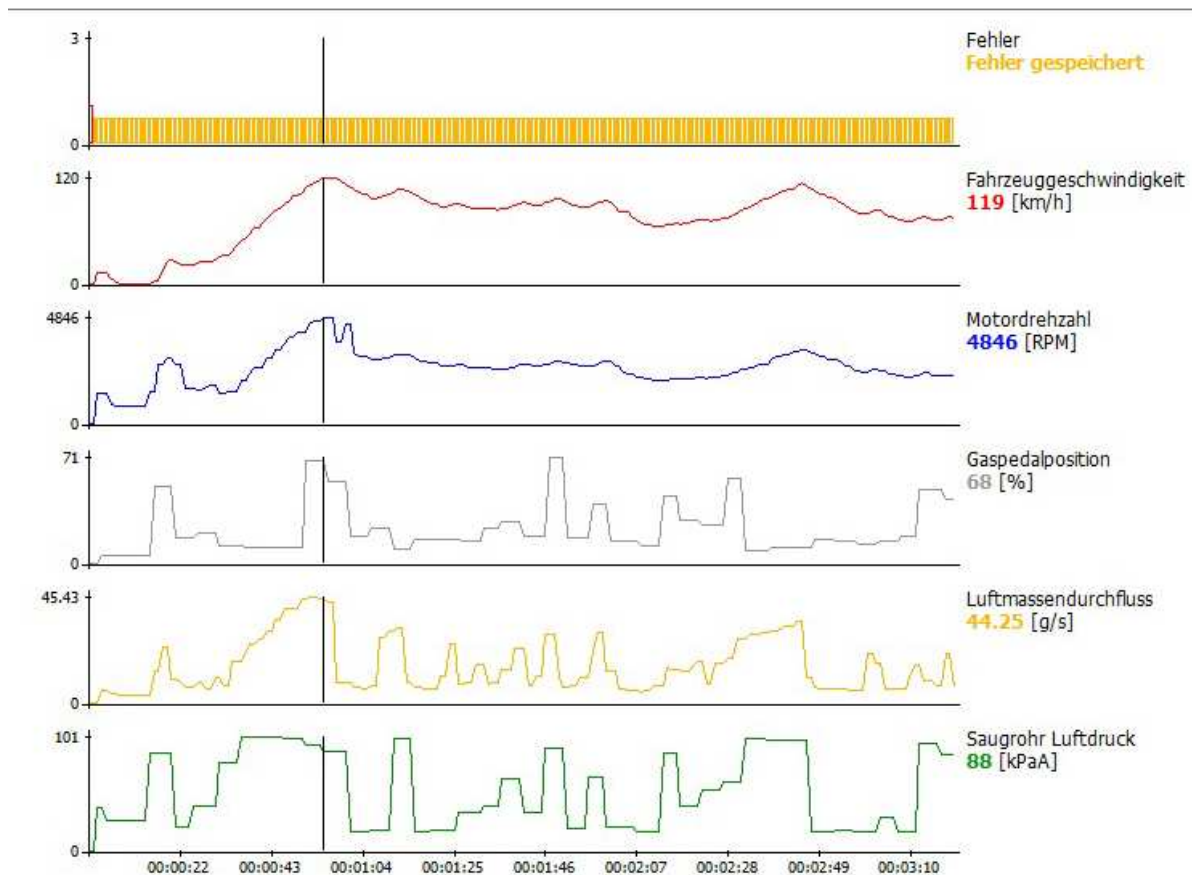


Bild 8: Protokoll eines Dieselmotors mit intaktem Luftmassenmesser. Die Luftmasse beträgt bei Nenndrehzahl 88 g/s. Der Motor hat eine Leistung von 90 PS,

bei Dieselmotoren der im Kfz-Schein angegebenen Motorleistung in PS entsprechen (Bild 8), bei einem Ottomotor der Motorleistung in kW (Bild 9 und 10). Diese Vorgaben sind grobe Richtwerte. Genauere Sollwerte entnehmen Sie bitte den Unterlagen des Fahrzeugherstellers.

Luftseite, also der Luftfilter, die Abgasrückführung, die Drallklappen, der Partikelfilter und der Turbolader in Ordnung sind, können Sie sicher sein, dass der Luftmassenmesser die Fehlerursache ist. Ein verkocktes Ansaugrohr kann ebenfalls die angesaugte Luftmasse drosseln, obwohl der Motor den vollen Ladedruck erreicht.

Wenn der Tester keinen Zugang zur Werksdiagnose ermöglicht, können diese Werte auch mit dem EOBD-Protokoll aufgezeichnet werden, ei-



*Bild 9: Protokoll eines Ottomotors mit defektem Luftmassenmesser.
 Die Luftmasse beträgt nur 44 g/s. Der Motor soll eine Leistung von 125 kW haben.*

Bei niedrigen Luftmassenwerten ziehen Sie den Stecker des Luftmassenmessers ab und führen Sie eine kurze Probefahrt durch. Wenn der Motor jetzt eine spürbar höhere Leistung zeigt, ist ein defekter Luftmassenmesser die wahrscheinliche Ursache.

des defekten Luftmassenmesser verspricht dauerhaften Erfolg.

Bei vielen Fahrzeugen ist nach dem Erneuern des Luftmassenmessers ein Zurücksetzen der Lernwerte erforderlich.

Das Reinigen eines verschmutzten Sensor Elementes ist nur in den seltensten Fällen von Erfolg gekrönt. Auch wenn eine spürbare Verbesserung nach der Reinigung festzustellen ist, werden die Messwerte eines neuen Luftmassenmessers nicht erreicht (Bild 9 und 10). Nur das Ersetzen

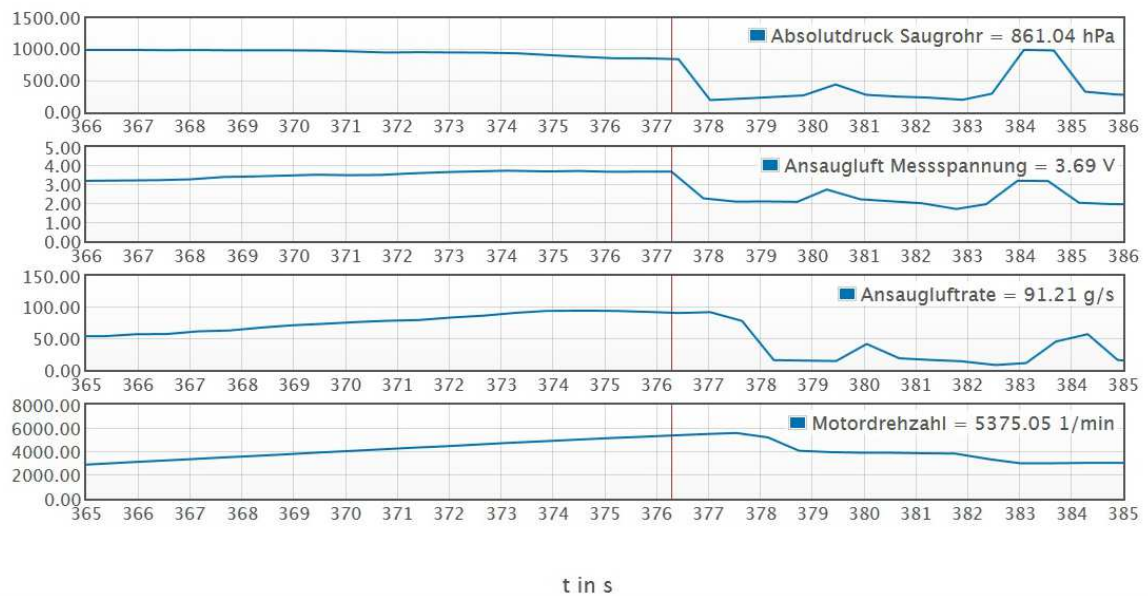


Bild 10: Der Motor von Bild 9 nach dem erfolglosen Reinigungsversuch des Luftmassenmessers. Trotz des von 44 g/s auf 91 g/s gestiegenen Luftmassenwertes wird der Sollwert von 125 g/s nicht erreicht, was auch durch die niedrige Signalspannung von 3.7 V bestätigt wird.

Weitere Technische Informationen, ein Selbstlernprogramm und nützliche Videos finden Sie auf der Technikplattform „TekniWiki“ von NGK

www.tekniwiki.com