

# Der entscheidende Funke

**Zündspulen** | Bei einer defekten Zündspule sind hörbare Fehlzündungen, Probleme beim Anspringen des Motors oder eine schlechtere Beschleunigung die Indikatoren. Wir zeigen, auf was bei Diagnose und Ausbau zu achten ist.



Foto: NGK

Fehler in der Zündspule wirken sich direkt auf die Zündung des Motors aus.

**W**enn das Fahrzeug nicht anspringt, der Motor hörbare Fehlzündungen erzeugt oder das Auto merklich schlechter beschleunigt, kann eine defekte Zündspule vorliegen. Gleiches gilt, wenn die Motor-Warnleuchte leuchtet, die Motorsteuerung in den Notlauf schaltet oder einen Fehlercode anzeigt. Denn Zündspulen sind für

ein ordnungsgemäßes Funktionieren der Zündkerzen unentbehrlich. Bei eingeschalteter Zündung wird die Primärwicklung der Zündspule von Strom durchflossen, wodurch sich ein Magnetfeld um die Spule bildet. Das Motorsteuergerät (ECU) schickt nun einen Erregungsbefehl an die einzelnen Spulen, woraufhin die interne Elektronik der einzelnen Spulen die entsprechende Ladung und den daraus resultierenden Funken bereitstellt, um das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Zylinder eines Ottomotors zum richtigen Zeitpunkt zu entzünden. Für die ordnungsgemäße Funktion der Zündspulen kommt zudem ein Spulenkapazitor zum Einsatz.

## Peripherie checken

Leider weist ein Eintrag im Fehlerspeicher nicht unbedingt auf eine defekte Zünd-

spule hin, sondern ganz allgemein auf einen Fehler im Zündsystem. Doch wie lässt sich die korrekte Funktion der Zündspule erkennen? Am Beispiel eines Ford Focus III mit 1,0-Liter-Ecoboost-Motor mit drei Zylindern (Motorcode: M1DA) erklären wir, wo sich die Zündspulen befinden und wie sie sich korrekt diagnostizieren lassen.

Vor der Überprüfung der Zündspulen sollte zunächst das Zündsystem einer Sichtprüfung unterzogen werden, um Fehler in der Peripherie auszuschließen. So sollte überprüft werden, ob mechanische Beschädigungen oder Risse vorliegen. An den Zündkabeln sollte überprüft werden, ob die Verkabelung und die Stecker unbeschädigt, knickfrei verlegt und frei von Korrosion sind. Zündungsprobleme können auch durch eine entladene Batterie entstehen. Darüber hinaus sollte überprüft werden, ob die Dichtung des Ventildeckels intakt ist.

## Zündspule zuerst ausbauen

Wenn Schadensursachen in der Peripherie ausgeschlossen werden können, bietet sich als Nächstes die Widerstandsmessung der Zündspulen mit dem Ohmmeter an.

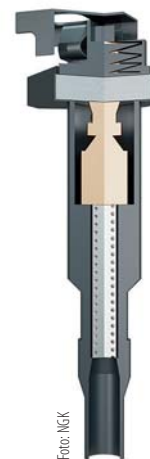


Foto: NGK

Der Aufbau einer typischen Zündspule im Detail.

## Kurzfassung

Eine defekte Zündspule kann für Fehlzündungen, eine schlechte Beschleunigung oder Startprobleme sorgen. Wir zeigen, wo sich die Zündspule befindet und wie sie sich richtig ausbauen und diagnostizieren lässt.



Foto: NGK

**Prüfung der Zündspule in Bezug auf die Masse. Hier sollte die Batteriespannung (Minus) stehen.**

Konventionelle Zündspulen für Transistorzündanlagen und elektronische Zündanlagen mit Kennfeldzündung können im ausgebautem Zustand anhand des elektrischen Widerstands im Primär- und Sekundärbereich überprüft werden. Der EcoBoost-Motor ist mit drei Einzelspulen ausgestattet, eine pro Zylinder. Zur Identifizierung lässt sich die Zylinder Nummerierung an der Steuerriemensseite des Motors verwenden. Der Aus- und Wiedereinbau der Spulen ist einfach, da nur zwei Schrauben und der Stecker entfernt werden müssen. Beim Ford sind weder Spezialwerkzeuge noch besondere Vorgehensweisen für den Ausbau der Spulen erforderlich. Dies kann bei anderen Motoren und Herstellern jedoch anders sein: Hier können Spezialwerkzeuge für den fachgerechten Ausbau ohne Beschädigung erforderlich sein.

### Prüfung Spannung und Masse

Zunächst sollten wichtige Messungen zur Prüfung der Betriebstüchtigkeit der Zündspule durchgeführt werden: die Prüfung der Versorgungsspannung, die Prüfung der Masseklemme und die Prüfung des Erregungsbefehls von der Steuereinheit. Die Messungen können mithilfe eines Multimeters und eines Oszilloskops durchgeführt werden. In unserem Beispiel des Ford Focus III mit EcoBoost-Motor

finden sich drei elektrische Anschlüsse zu den einzelnen Spulen: Pin Nummer eins nimmt Befehle vom Motorsteuergerät (ECU) entgegen. Pin zwei ist Masse und Pin drei für die Stromversorgung über Relais R14 und Sicherung F33 (Motorraum) zuständig.

Als Erstes folgt nun die Prüfung der Versorgungsspannung. Die korrekte Stromversorgung lässt sich mithilfe eines Multimeters messen, der an Pin drei angeschlossen wird. Die Batteriespannung sollte hier mindestens 11,5 Volt betragen. In unserem Beispiel am Ford Focus III mit EcoBoost-Motor beträgt die Spannung 12,24 Volt, was somit im grünen Bereich liegt. Ist die Prüfung der Spannungsversorgung erfolgreich abgeschlossen, sollte die Prüfung der Masseklemme (Pin zwei) vorgenommen werden. Hierzu sollte die Kombimasseklemme in Bezug auf Plus gemessen werden. Auch in diesem Fall sollte die Batteriespannung angezeigt werden, jedoch mit einem Minus-Wert. In unserem Fall beträgt der Wert minus 12,28 Volt. Auch dieser Wert ist in Ordnung.

### Befehle vom Motorsteuergerät

Nach erfolgreicher Prüfung der Spannungsversorgung und der Prüfung der Masseklemme sollten die Erregungsbefehle des Motorsteuergeräts (ECU) überprüft werden. Das lässt sich mittels Oszilloskop bewerkstelligen, das an Pin eins angeschlossen wird. Nun bietet es sich an, den Befehl anzusehen, der vom Motorsteuer-

gerät an die einzelnen Spulen geschickt wird. Die Spule erhält dabei keinen klassischen „massebasierten“ Befehl, sondern ein Rechteckimpuls signal. Auf Grundlage dieses Eingangssignals generiert die interne Elektronik einen Spannungssprung in der Primärspule und im Anschluss die Sekundärspannung per elektromagnetischer Induktion.

Ein Blick auf den im Oszilloskop dargestellten Eingangsbefehl zeigt in unserem Beispiel, dass die in der Primärwicklung erreichte Spannungsspitze nicht erneut erreicht werden kann, da es sich bei der abgetasteten Wellenform nur um einen Impuls handelt. Die Impulsdauer lässt sich jedoch im Detail beobachten. In unserem Beispiel beträgt sie 2,8 Millisekunden im Leerlauf. Die Betätigungszeit der Spulen ist bei den meisten Motoren nicht konstant, sondern wird von der ECU in Abhängigkeit zahlreicher Faktoren (zum Beispiel Motorlast und -drehzahl sowie Ladedruck) entsprechend zugeordnet.

Das Befehleingangssignal sagt, dass das Motorsteuergerät den Impuls an die einzelnen Spulen schickt. Es dient jedoch nicht als Nachweis dafür, dass die tatsächliche Umwandlung der Spannung zwischen der internen Spulenelektronik und den Primär- beziehungsweise Sekundärwicklungen der Spule stattfindet und darauffolgend ein Funke zur Zündung erzeugt wird. Um sicherzustellen, dass die Sekundärwicklung mit Spannung versorgt wird (und die Spule betätigt), muss ein spezielles Hochvolt-Prüfgerät für kV-Messungen eingesetzt werden. Alexander Junk

### Vorgehensweise Diagnose

Bei der Diagnose von Zündspulen sollten Werkstätten nach folgender Reihenfolge vorgehen:

- **Vorabprüfung**  
Zunächst sollte überprüft werden, ob die Batteriespannung mindestens 11,5 Volt beträgt. Es sollte auch gecheckt werden, ob der Geber für die Motordrehzahl funktioniert und der Hallgeber intakt ist. Auch die Funktion der Sicherung des Motorsteuergeräts sollte überprüft werden.
- **Spannungsversorgung testen**  
Der Primärstecker sollte von der Spule abgezogen werden. Bei eingeschalteter Zündung sollte die Spannung zwischen Klemme 1 (Minuspol) und 15 (Pluspol) mindestens 11,5 Volt betragen.
- **Sekundärwiderstände messen**  
Mit dem Ohmmeter sollte der Sekundärwiderstand am Ausgang der Spule gemessen werden. Die Sollwerte sollten im Kiloohm-Bereich liegen (bei einer Temperatur von 20 Grad Celsius).