

## Zündleitungen (Zündkabel)

Die Zündleitungen sind dafür verantwortlich, die benötigte, und von der Zündspule erzeugte Spannung möglichst verlustfrei zur Zündkerze zu leiten.

### Funktion

coDies geschieht - je nach Bauart des Fahrzeugs - unter Verwendung:



- eines vollelektronischen Zündmoduls,
- einer vollelektronischen Semi-Direkt-Zündung bzw. Doppelfunkenzündspule.

Da die Zündspannung (U) sich im Hochspannungsbereich mit bis zu 36.000 Volt befindet, müssen die Zündleitungen entsprechend durchschlagsicher sein. Die Zündspannung darf die Ummantelung in keinem Fall durchdringen und auf die Fahrzeugmasse abfließen, denn das würde zu Zündaussetzern führen.

Bei allen Zündleitungssystemen werden Widerstände verwendet, obwohl grundsätzlich eine verlustarme Übertragung angestrebt wird. Ein Ausblick in die Elektrotechnik macht deutlich, dass darin kein Widerspruch liegen muss. Alle elektrisch betriebenen Geräte erzeugen mehr oder minder starke elektromagnetische Felder. Diese sind in den meisten Fällen zwar unbedenklich, können unter Umständen aber unerwünscht sein. Das ist beispielsweise bei Störung des Rundfunkempfangs der Fall. Die Zündanlage erfordert eine optimale Nahentstörung, um den Betrieb von Radios, Kommunikationselektronik, Motor- oder Getriebesteuergeräten störungsfrei zu gewährleisten. Die Annahme, dass Widerstände die Zündenergie und damit die Motorleistung reduzieren, erweist sich als Irrtum.

- eines mechanischen Zündverteilers und einer Verteilerkappe,



Die verwendeten Widerstände sind so dimensioniert, dass sie vernachlässigt werden können. Die von Markenherstellern angebotenen Zündleitungssysteme bieten beste Entstörung bei optimaler Zündleistung. Die Einheit zur Messung des Widerstands (R) ist Ohm. Bei Zündleitungen liegt dieser Wert im Bereich einiger tausend Ohm oder Kiloohm. Zweck dieses Widerstands ist es, die störende elektromagnetische Strahlung zu verringern. Das wird dadurch erreicht, dass der Strom (I) durch die Zündleitung begrenzt wird und gleichzeitig dafür gesorgt wird, dass die Zündkerze weiterhin die benötigte Spannung (U) erhält. Die mathematische Formel dafür lautet  $U = R \cdot I$ .

### **Elektromagnetische Verträglichkeit der Zündleitungen**

Vereinfacht kann man sich die Nahentstörung so vorstellen: Die Zündanlage besteht aus einer Spule und Kondensatoren, elektrotechnisch auch "Schwingkreis" genannt. Im Zündkreis sind Entstörwiderstände (meistens 1-5 kOhm) integriert. Diese reduzieren die elektromagnetischen Schwingungen und sorgen für das störungsfreie Zusammenwirken der unterschiedlichen Geräte. Das wird als "elektromagnetische Verträglichkeit" (EMV) bezeichnet.

Eine Besonderheit weisen Zündleitungen mit induktivem Blindwiderstand auf: Bei dieser Ausführung ändert sich der Widerstand abhängig von der Zündfrequenz (Motordrehzahl). Hier baut sich, bedingt durch die Drahtspule, bei höheren Drehzahlen ein größerer (induktiver) Widerstand auf.

### **Funktion elektrischer Widerstände**

Wo Strom fließt, bilden sich elektromagnetische Felder, wie man sie von Mobiltelefonen und Radiowellen kennt. Solche elektromagnetischen Felder entstehen auch bei der Zündung. Ihre Intensität nimmt zum Zeitpunkt eines jeden "Funkenabrisses" an den Mittelelektroden der Zündkerze erheblich

zu. Es kommt zu starken Spannungsspitzen entlang der Zündleitung. Da zu starke elektromagnetische Felder Störungen in elektronischen Geräten hervorrufen können – z.B. bei Radios, dem ABS, Motor- oder Getriebe-Steuergeräten – müssen sie innerhalb eines nicht schädlichen Bereichs gehalten werden. Hierzu verfügen Zündleitungen über elektrische Widerstände. Diese begrenzen die Spannungsspitzen beim Funkenabriss und bei der Entladung der Zündspule. Dabei wird die Energie aus anliegender Spannung und Stromstärke in ein anderes Energie-Zeitverhältnis gesetzt.

## Anforderungen an Zündleitungen

Die Zündleitungen haben folgende Anforderungen zu erfüllen:

- große Durchschlagfestigkeit
- sichere Entstörung
- hohe Temperaturbeständigkeit
- große mechanische Festigkeit
- gute Beständigkeit gegen Salzwasser, Öl, Benzin und Säure

## Sicherheit

Aufgrund ihrer Einbaulage sind Zündleitungen hohen Belastungen ausgesetzt. Ihr aufwändiges Innenleben sieht man Zündleitungen und Zündkabelsätzen auf den ersten Blick nicht an. Dabei müssen sie im Motorraum technische Höchstleistungen vollbringen: Dort herrschen durch Katalysatoren und immer leistungsfähigere, kompakteren Motoren Temperaturen bis zu 200 Grad Celsius; elektronische Zündanlagen produzieren Hochspannungen bis zu 40.000 Volt. Mit zunehmendem Alter oxidieren die Messing- und Edelstahlkontakte. Der elektrische Widerstand des Kabels steigt – und damit das Ausfallrisiko der Zündspulen.

Diesen Ansprüchen genügen Zündleitungen der Klasse PVC-Hypalon heute längst nicht mehr. In aktuellen Fahrzeugen müssen sogar Zündleitungen der Klasse F Silikon mit einer Temperaturbeständigkeit bis 220°C und einer Durchschlagfestigkeit von 40.000 Volt verbaut werden. Diese

- sichern vor Energieverlust
- bieten optimalen Schutz gegen Vibrationen, Wasser, Säure, Öl, Benzin
- erfüllen mit den entsprechenden Steckern höchste Anforderungen in Sachen Entstörsicherheit und Elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV).

Beim Einbau neuer Kabel ist darauf zu achten, dass sie nicht geknickt oder gestaucht werden. Vor allem sollten sie aufgrund von Brandgefahr keinen Kontakt zu heißen Teilen aufweisen.

## Umweltschutz

Aus den Kunststoffen der Ummantelungen entweichen mit der Zeit Weichmacher. Dadurch werden die Ummantelungen mit der Zeit spröde. Dieser Prozess kann durch hohe Temperaturen sowie Kontakt mit Öl oder Kraftstoffdämpfen beschleunigt werden oder den Kunststoff sogar ganz auflösen. Schäden in der Isolierung führen dazu, dass Zündspannung auf die Masse abfließt. Die Folgen: Zündaussetzer und

ein unrunder Motorlauf, bei dem unverbrannter Kraftstoff in den Katalysator gelang.

Bei jeder Fehlzündung wird wertvolles Benzin eingespritzt, aber nicht verbrannt. Dadurch steigt die Umweltbelastung allein durch den Mehrverbrauch je Kilometer erheblich. Außerdem kann sich der unverbrannte Kraftstoff im Katalysator explosionsartig entzünden und ihn beschädigen, so dass der Katalysator die gefährlichen Schadstoffe Kohlenmonoxid, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe nicht mehr unschädlich machen kann und ausgewechselt werden muss.

## Werterhalt

Da Zündleitungen hohen Belastungen ausgesetzt sind, sollten die Leitungen regelmäßig kontrolliert und bei ersten Anzeichen von Alterung ausgetauscht werden. Defekte am Zündsystem und Katalysator kommen meistens erst durch die gesetzlich vorgeschriebene Abgasuntersuchung ans Licht. Die regelmäßige Prüfung ist daher eine wichtige Vorsorgemaßnahme, durch die Kosten eingespart werden können. Denn rechtzeitig entdeckte Schäden sind günstiger zu beheben: Der Austausch kompletter Zündkabel mit Stecker ist wesentlich preiswerter als der von Folgeschäden beeinträchtigte Katalysator.

### Schadenserkennung bei Zündleitungen

Das äußere Erscheinungsbild einer Zündleitung kann im Schadensfall Aufschluss über die Ursache eines Defekts liefern. Eine genaue Sichtprüfung der Zündleitung ist daher der erste Schritt bei der Diagnose von Schadensfällen. So lässt sich beispielsweise an einer verformten Kunststoffhülle erkennen, dass die Zündleitung höchstwahrscheinlich unsachgemäß im Motorraum verlegt wurde.

Schäden an der Zündleitung sind jedoch nicht immer ersichtlich. Äußerlich unversehrte Zündleitungen können mit einem sogenannten Multimeter kontrolliert werden. Mit diesem wichtigen Diagnosegerät lässt sich der Widerstand der Zündleitung ablesen und mit den zulässigen Widerständen vergleichen.

### Austausch der Zündleitungen

Zündleitungen im Motorraum sind Verschleißteile, die ihr Lebensdauerlimit meist kurz nacheinander erreichen. Werkstatt-Profis wissen deshalb: Hat ein Fahrzeug das entsprechende Alter oder eine hohe Kilometerlaufleistung, empfiehlt es sich gleich den kompletten Zündleitungssatz auszutauschen. Außerdem gilt: Die Komponenten einer Zündanlage sind komplex und müssen deshalb exakt aufeinander abgestimmt sein. Wird deshalb versehentlich eine Zündleitung mit einer anderen Technik nachgerüstet – beispielsweise ein Kohle- statt Kupferzündkabel – kann dies zu massiven Störungen im Motormanagement führen, die EMV und sogar sicherheitsrelevante elektronische Bauteile beeinträchtigen.

## Bilder



Zündkabel

## Hersteller



Bosch



HÜCO



IGNITION  
PARTS



VEHICLE  
ELECTRONICS

Niterra EMEA GmbH



Valeo



Magneti Marelli



Herth+Buss

Quelle:

<http://www.mein-autolexikon.de><https://www.mein-autolexikon.de/autolexikon/electric/produkt/zuendleitungen-zuendkabel.html>