

### 3.1.4 Zündanlage

#### Lernziele:

- Die Aufgabe der Klopfregelung erklären
- Die prinzipielle Wirkungsweise der Klopfregelung erklären
- Zündkennfelder und Blockschaltbilder von kombinierten Zünd- und Benzin-einspritzsystemen interpretieren

#### Die Klopfregelung

##### Das Problem

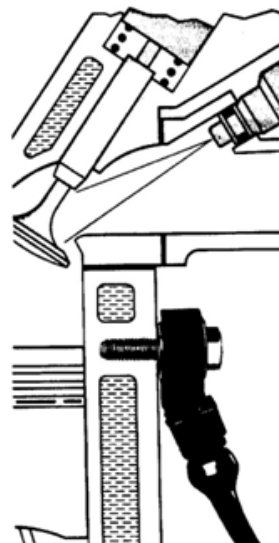
Zur Senkung des Verbrauchs und zur Erhöhung des Drehmoments wird ein hohes Verdichtungsverhältnis angestrebt. Mit erhöhtem Verdichtungsverhältnis jedoch steigt die Gefahr einer unkontrollierten Entzündung des Gemisches. Als Folgeerscheinung tritt eine klopfende Verbrennung auf. Dies führt zu erhöhter Motorbelastung bis hin zum Motorschaden.

#### Die Lösung

Die vom Verbrennungsraum ausgehenden Schwingungen werden von einem Sensor erfasst, von einer Auswerteschaltung erkannt und der Regelschaltung zugeleitet. Das Regelgerät verstellt jetzt den Zündzeitpunkt so weit in Richtung „spät“ bis die Klopfgrenze wieder unterschritten ist.

#### Klopfsensor

Er besteht aus einem Piezokristall, das auf die Schwingungen des Motors mit der Abgabe einer Spannung reagiert.



Damit der Klopfsensor das Klopfen aller Zylinder erkennt, wird er in der Mitte des Motorblockes befestigt. Ab mehr als 5 Zylindern werden mehrere Sensoren eingesetzt.

#### Vorteile

**Durch ein höheres Verdichtungsverhältnis steigt das Drehmoment und der Verbrauch verringert sich.**

Die Zündung berücksichtigt automatisch die unterschiedliche Klopfgrenze durch...(adaptives System)

**... unterschiedliche Belastung**

**... verschiedenen Treibstoff**

**... Motortemperatur**

**... Alterung und Luftdruck**

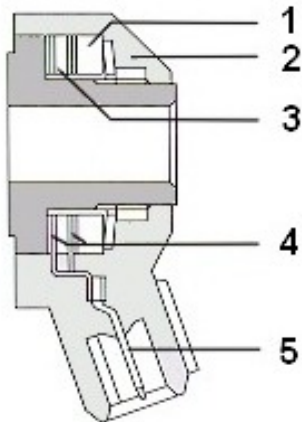
Mit welchem Sensor könnte der Klopfsensor verwechselt werden?

**Wassertemperaturgeber. Den genauen Anbringungsort beachten. Der Klopfsensor ist nicht im Wasserkreislauf montiert.**

**Funktion**

Eine mit einer bestimmten Vorspannung eingeklemmte seismische Masse (1) im Innern des Klopfensors wirkt Schwingungen des Motors entgegen. Dabei überträgt sie Kräfte auf die Piezokeramik (3), bei der auch schon geringe Kräfte an den beiden Oberflächen eine Spannung entstehen lassen. Das Steuergerät interpretiert dieses Spannungssignal.

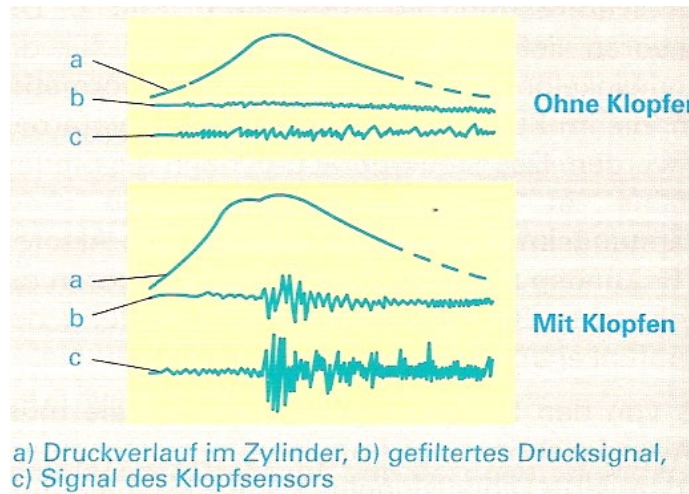
**Aufbau**



- 1. Seismische Masse
- 2. Vergussmasse
- 3. Piezokeramik
- 4. Kontakte
- 5. Elektr. Anschlüsse

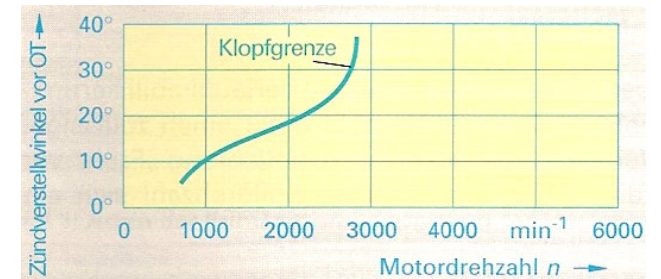
**Klopfgrenze**

Die Klopfgrenze kann nur ermittelt werden, wenn die Zündung im jeweiligen Arbeitspunkt so weit in Richtung „Früh“ verstellt wird, bis eine vereinzelt klopfende Verbrennung auftritt. Eine Auswerteelektronik im Steuergerät erkennt, ob eine klopfende Verbrennung stattgefunden hat. Ist dies der Fall, nimmt das Steuergerät den Zündzeitpunkt für den jeweiligen Zylinder um 2 ° Grad zurück, bis keine klopfende Verbrennung mehr auftritt. Anschliessend beginnt der Regelkreislauf wieder von Neuem, d.h. der Zündzeitpunkt wird wieder in Richtung „Früh“ verstellt, bis eine klopfende Verbrennung auftritt.



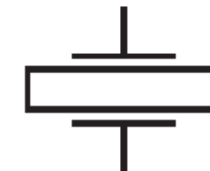
**Verlauf des Zündzeitpunktes**

Durch die Klopfregelung ist es möglich, den Motor entlang der Klopfgrenze zu betreiben, was sich positiv auf den Verbrauch und damit auf den Wirkungsgrad des Motors auswirkt.



**Aufgaben**

Zeichnen Sie das Symbol eines Klopfensors



Was beachten Sie bei der Montage des Klopfensors?

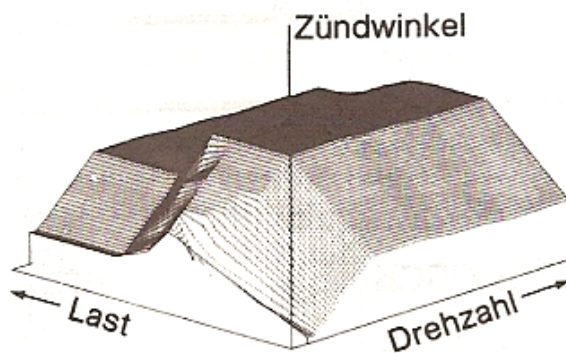
- Saubere Auflageflächen
- Keine zusätzlichen Unterlegscheiben
- Anzugsdrehmoment

**Elektronische Zündzeitpunktverstellung**

Alle unter verschiedenen Last- und Drehzahlbedingungen vorkommenden Zündzeitpunkte werden im Zündkennfeld dargestellt.

Fliehkraft- und Unterdruckverstellung

Bei der mechanischen Zündzeitpunktverstellung addieren sich die Funktionen von Fliehkraft- und Unterdruckverstellung.

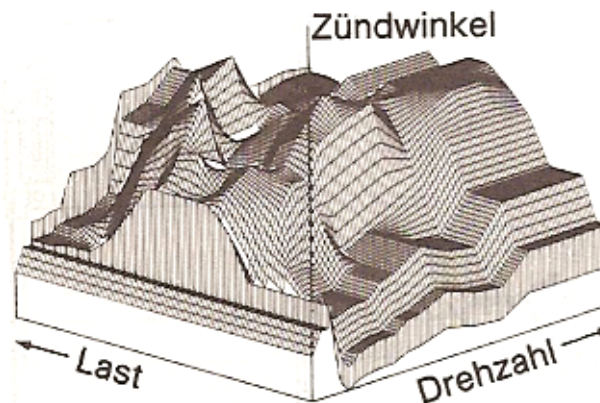


Hier sind aber die Möglichkeiten bezüglich Leistungsentfaltung, Verbrauch, Schadstoffausstoss und Kraftstoffverbrauch noch nicht ausgeschöpft.

Kennfeldzündanlage

Durch Erzeugung eines elektronischen Kennfeldes kann für jeden Betriebszustand der optimalste ZZP programmiert werden. Er ist begrenzt durch die Klopfgrenze des Motors und widerspiegelt damit auch die Klopfneigung des Motors bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen.

Dieses Kennfeld wird im EPROM des Steuergerätes abgelegt und dient dem Prozessor zur Berechnung des jeweiligen ZZP. Fliehkraft- und Unterdruckeinrichtung werden nicht mehr benötigt.



EZ-Steuergerät mit Druckmessdose

Die benötigten Informationen über Drehzahl und Zündmoment erhält das Steuergerät durch den Hall- oder Induktivegeber. Das Lastsignal wird über einen Unterdruckschlauch zum Steuergerät geführt und durch einen Drucksensor ausgewertet. Bei elektronischer Benzininspritzung kann auch das Lastsignal der Einspritzung verwendet werden.



**Aufgabe:**

Lösen Sie im SVBA- Ordner „Graphische Darstellungen“ die Seite 51 und 52!



**Die elektronische Zündung EZ**

Bei der EZ ist der Zündverteiler tatsächlich nur noch für die Verteilung der Hochspannung zuständig. Bei manchen Systemen ist der Zündgeber (Hall- oder Induktiv) noch im Verteiler untergebracht, bei anderen wird ein Signal von einem Bezugsmarkengeber an der Kurbelwelle für die Zündauslösung verwendet.

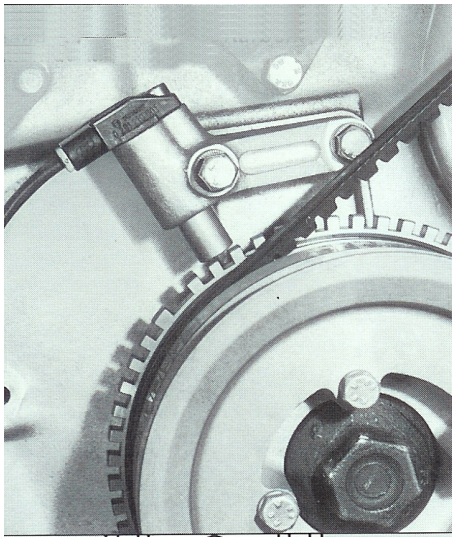
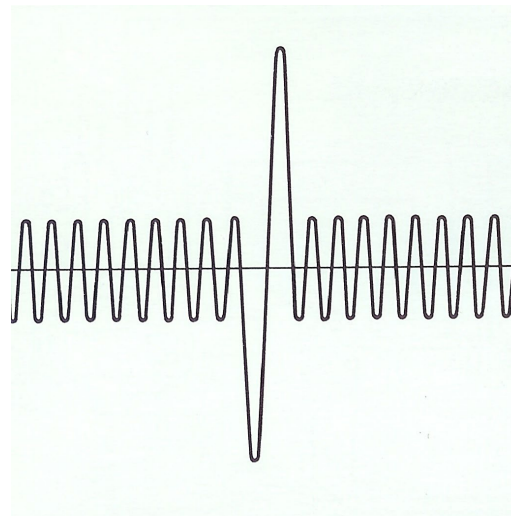


Abb. 1 Bezugsmarkengeber

Der Bezugsmarkengeber kann ein Induktivgeber (passiver Geber / dynamischer Geber) oder ein Hallgeber (aktiver Geber) sein.

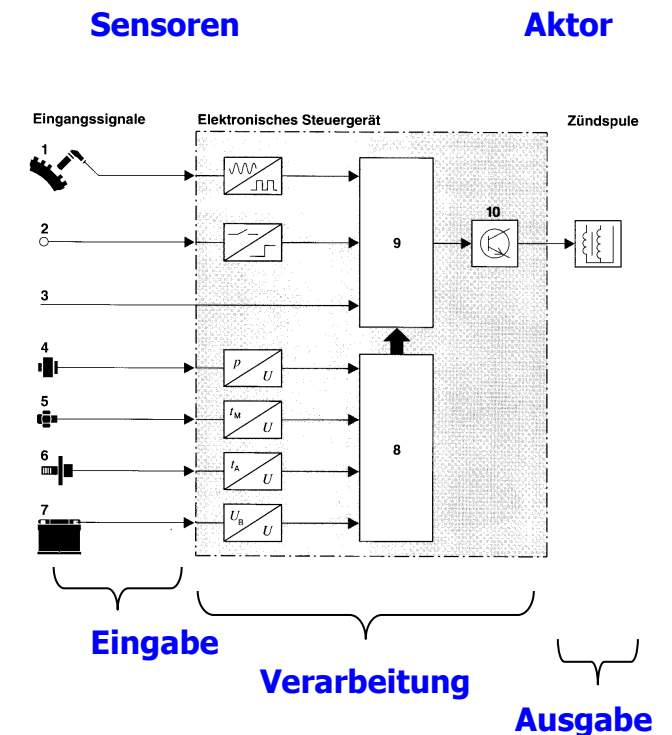
Signalform eines Induktiven Bezugsmarkengebers



Aufgrund der regelmässigen Abstände zwischen Zahn und Zahnlücke entsteht eine sinusförmige Spannung. An der Stelle, wo ein Zahn fehlt, wird die Änderung der Polariät verzögert und die Spannung steigt deutlich höher an (Grössere Amplitude). Auch die Frequenz wird verändert (halbiert).

Im Steuergerät der EZ sind weitere Funktionen wie Schliesswinkelregelung, Primärstrombegrenzung, Ruhestromabschaltung und kennfeldabhängige Zündzeitpunktbestimmung integriert. Sie wird deshalb auch als Kennfeldzündung bezeichnet.

Blockschaltbild einer EZ



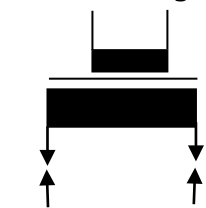
**Vollelektronische Zündanlagen VZ**

Solche Anlagen besitzen keine rotierende Hochspannungsverteilung (Rotor und Verteilerdeckel) mehr. Sie weisen eine ruhende Hochspannungsverteilung mit mehreren Zündspulen auf. Entweder für zwei Zylinder eine Zündspule oder sogar für jeden Zylinder eine eigene Zündspule.

Die Zweifunken – Zündspule

Sie besteht beim Vierzylinder - Motor aus zwei Zündspulen, bei denen beide Anschlüsse der Sekundärwicklung aus dem Gehäuse geführt werden. Bei der Zündauslösung entstehen zwei Zündfunken. Einer im Zylinder, der gerade verdichtet und einer im ausstossenden Zylinder.

Vom Steuergerät



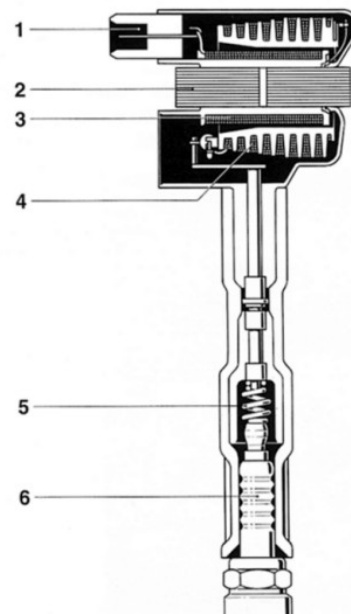
1. Zyl. 4. Zyl.  
2. Zyl. 3. Zyl.



Die Einzelfunken - Zündspule

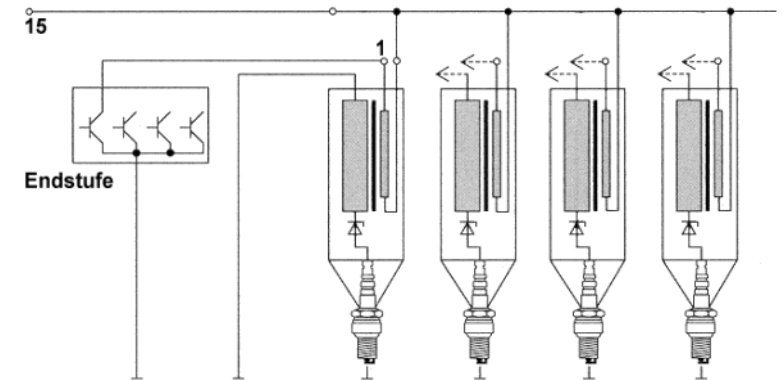
Hier besitzt jeder Zylinder seine eigene Zündspule. Meist ist sie im Kerzenstecker integriert. Damit entfallen alle Hochspannungsleitungen. Die einzelnen Spulen brauchen nur Niederspannungsanschlüsse, die den Primärstrom hin- und zurückleiten.

**Bild 5: Einzelfunken-Zündspule.**  
1 Niederspannungsanschluß außen,  
2 lamellierter Eisenkern, 3 Primärwicklung,  
4 Sekundärwicklung, 5 Hochspannungsanschluß  
innen über Federkontakt, 6 Zündkerze.



Zündmodul

Einzelfunkenspulen können auch in ganzen Zündmodulen für einen Motor oder eine Zylinderbank zusammen gefasst sein. Bei einem Defekt muss allerdings das ganze, kostspielige Modul getauscht werden.

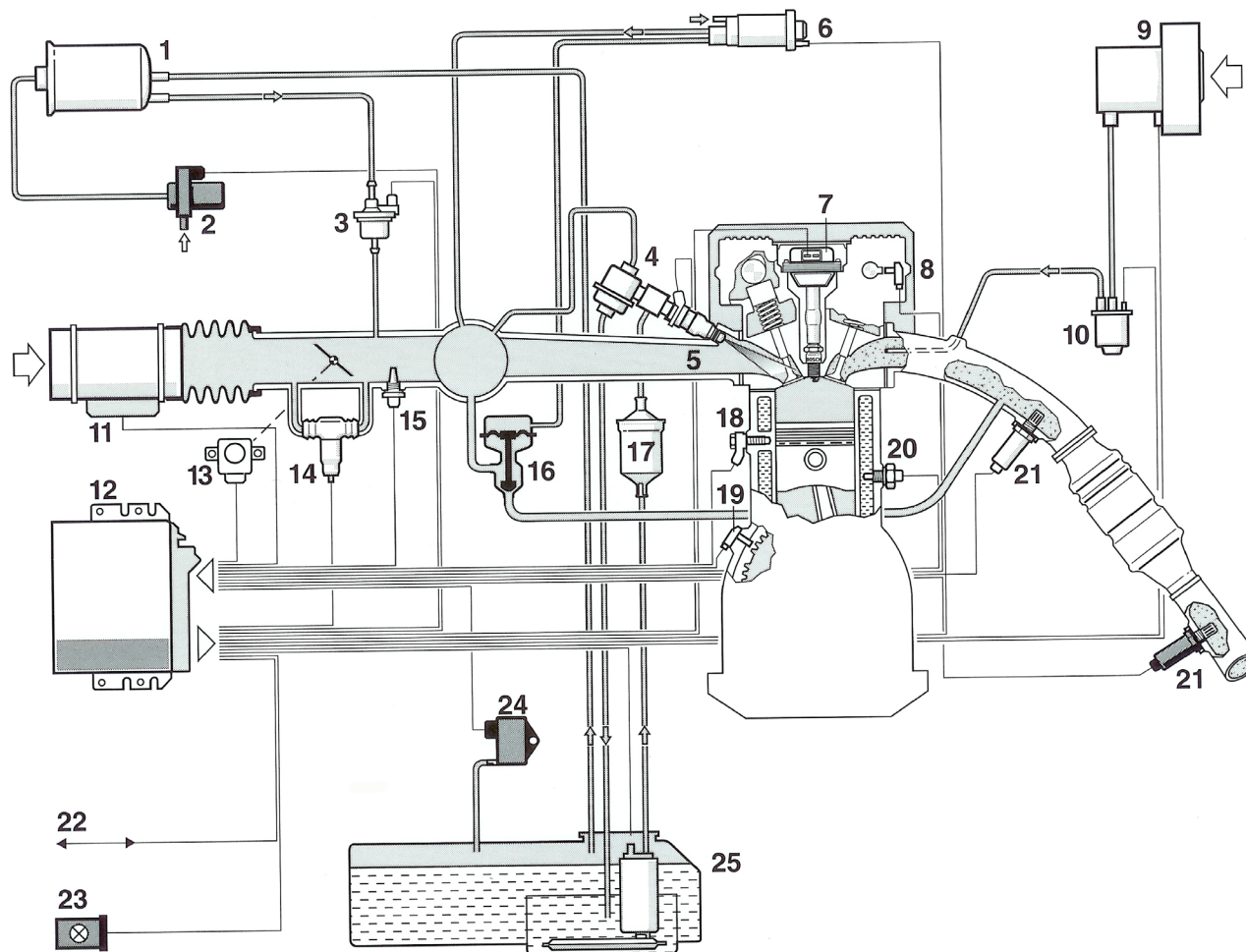


**Aufgaben:**

1. Zeichnen Sie den Primärstromverlauf in das Schema des ersten Zylinders ein.
2. Lösen Sie im SVBA- Ordner „Elektrik-Schemazeichnen“ die Seiten 109 und 110!

**Kombiniertes Zünd- Einspritzsystem Motronic**

Erstellen Sie die Legende



- 1. Aktivkohlefilter
- 2. Absperrventil
- 3. Regenerierventil
- 4. Druckregler
- 5. Einspritzventil
- 6. Drucksteller für EGR
- 7. Zündspule
- 8. Phasensensor
- 9. Sekundärluftpumpe
- 10. Sekundärluftventil
- 11. Luftmassenmesser
- 12. Steuergerät
- 13. Drosselklappenpoti
- 14. Leerlaufsteller
- 15. Lufttemperatursensor
- 16. Abgasrückführventil EGR
- 17. Filter
- 18. Klopfsensor
- 19. Drehzahlsensor
- 20. Motortemperaturfühler
- 21. Lambdasonde
- 22. OBD Diagnoseschnittstelle
- 23. Diagnoselampe
- 24. Differenzdrucksensor
- 25. Intankpumpe

**3.1.4 Zündanlage**

**Lernziele:**

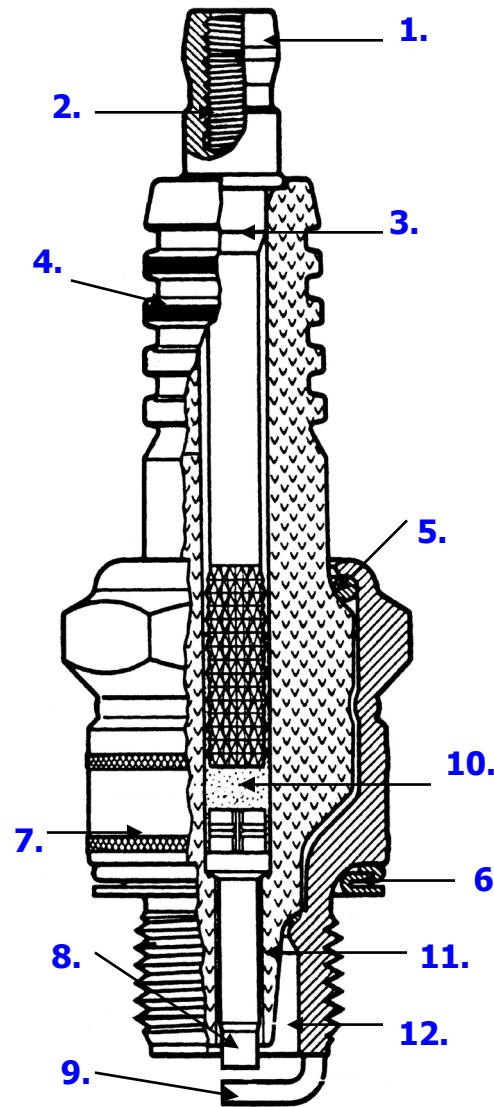
- Die Anforderungen an die Zündkerzen nennen und die Zündkerzenbauarten unterscheiden
- Den Begriff Wärmewert erklären und den Einsatz von Zündkerzen mit verschiedenen Wärmewerten begründen

**Zündkerzen**

Die Aufgaben

Die Zündkerze muss die von der Zündspule erzeugte Hochspannung in den Zylinder leiten. Dabei soll diese Hochspannung zwischen den Elektroden der Zündkerze einen Funken erzeugen. Die Temperatur des Isolatorfusses soll möglichst schnell über 400° C steigen. Dann hat die Kerze ihre Selbstreinigungstemperatur erreicht und Verschmutzungen durch Öl oder Treibstoffrückstände verbrennen bei dieser Isolatorstemperatur und es können keine Zündaussetzer entstehen. Die Temperatur darf aber 900° C nicht überschreiten, damit die Kerze nicht überhitzt wird und Glühzündungen produziert.

Bezeichnungen



Anforderungen

Zündkerzen werden hoch beansprucht durch grosse Temperaturunterschiede und Verbrennungsdrücke (thermisch), durch hohe Spannungen (elektrisch) sowie wegen Korrosion durch Verbrennung (chemisch).

**Aufgabe:**

Beschriften Sie die Zündkerze. Ergänzen Sie die Beschriftung durch andere Bezeichnungen des gleichen Teils.

1. Kontaktmutter
2. Kontaktbolzen
3. Mittelelektroden - Zuleitung
4. Keramik Isolator mit Kriechstrombarriere
5. Innerer Dichtring
6. Äusserer Dichtring
7. Gehäuse mit Gewinde
8. Mittelelektrode
9. Masselektrode
10. Glasschmelze (elektrisch leitend)
11. Isolatorfuss
12. Luftspalt



**Der Wärmewert**

Beantworten Sie die folgenden Fragen mit Hilfe des Fachbuches.

1. Was passiert, wenn die Temperatur an der Isolatorspitze zu gross wird?

**Die Zündkerze überhitzt. Das Gemisch kann sich an der heissen Spitze selbst entzünden. Es entsteht Klopfen das zu einer Schädigung des Motors führen kann.**

2. Warum muss die Isolatorspitze möglichst schnell auf über 400° C erwärmt werden?

**Damit Rückstände auf dem Isolatorfuss weggebrannt werden (Selbstreinigung).**

3. Wodurch wird in der Zündkerzenbezeichnung auf den Wärmewert hingewiesen?

**Die Zahl in der Bezeichnung deutet auf den Wärmewert hin.**

4. Erklären Sie den Unterschied zwischen den Bezeichnungen WR 8 DP und WR 4 DP.

**Die hohe Ziffer bedeutet, dass die Kerze einen hohen Wärmewert besitzt und somit also schnell viel Wärme aufnimmt.**

**Die tiefe Ziffer gehört zu einer Kerze, die sich nicht schnell erwärmt, da sie ihre Wärme schnell an das Gehäuse abgeben kann.**

5. In welchen Fahrzeugen sind die bei den Kerzentypen eingebaut?

WR 8 DP

**Kalte Motoren mit wenig Leistung, wie z.B. Citroen C1 1.0l**

WR 4 DP

**Heisse Motoren mit viel Leistung wie z.B. Ferrari 458**

6. Was sind die Folgen, wenn falsche Zündkerzen eingebaut werden?

- Zu tiefer Wärmewert:

**Die Zündkerze erreicht ihre Selbstreinigungstemperatur nur spät oder gar nicht. Es bilden sich Ablagerungen auf der Isolatorspitze. Diese Führen zu Zündaussetzern oder zu Glühzündungen.**

- Zu hoher Wärmewert:

**Der Isolatorfuss dieser Zündkerze wird schnell heiss und überhitzt. Die Folge sind Glühzündungen (klopfende Verbrennung) und die Zerstörung der Zündkerze.**



**Aufgaben:**

1. Ergänzen Sie die Sätze richtig:

Heisse Kerzen verwendet man in Motoren mit **tiefen** Drehzahlen und **tiefen** Betriebstemperaturen.

Sie haben eine **hohe** Kennzahl (Bosch).

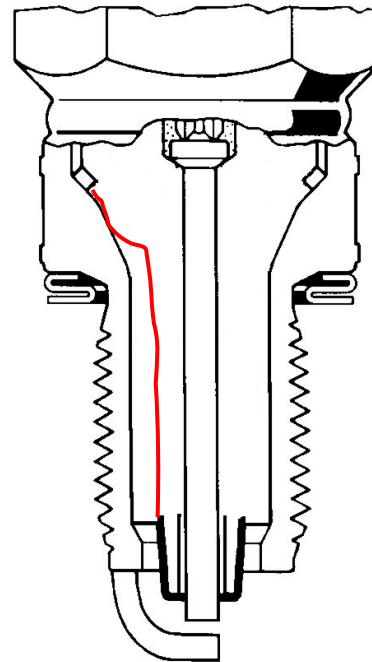
Kalte Kerzen werden in **hoch drehenden** Motoren mit **hohen** Verbrennungstemperaturen verwendet.

Sie haben eine **niedrige** Kennzahl (Bosch).

2. Beim Ersatz von Zündkerzen ist besonders zu beachten:

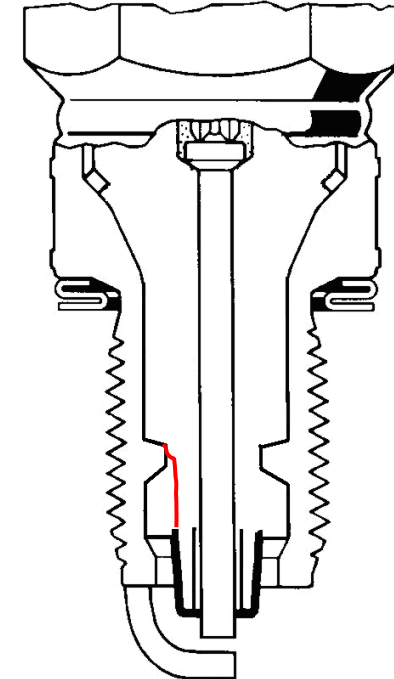
- **richtiger Wärmewert**
- **richtige Gewindelänge**
- **vorgeschriebenen Elektrodenabstand**
- **Anzugsdrehmoment**

3. Zeichnen Sie in den beiden Skizzen den Isolatorfuss fertig. Die Zündkerze links soll einen hohen Wärmewert haben, diejenige rechts einen tiefen Wärmewert.



Hoher Wärmewert bedeutet:

**Die Zündkerze erwärmt sich schnell, das heisst sie nimmt die Wärme schnell auf und gibt sie langsam ab. Deshalb wird diese Zündkerze in kalten Motoren mit wenig Leistung eingesetzt. Da sie die Wärme langsam abgibt muss der Isolatorfuss gross sein.**



Tiefer Wärmewert bedeutet:

**Die Zündkerze erwärmt sich langsam da sie die Wärme leicht wieder abgibt. Deshalb wird diese Zündkerze in leistungsstarken, heissen Motoren eingesetzt. Da sie die Wärme leicht wieder abgibt muss der Isolatorfuss klein sein.**