

Alles über Zündkerzen

Technische Informationen



 Beruparts.de

 FEDERAL-MOGUL
MOTORPARTS

BERU® ist eine eingetragene Marke von BorgWarner

Perfektion
eingebaut



INHALTSVERZEICHNIS

DER OTTOMOTOR	3
Funktionsweise einer Zündkerze	3
Anforderungen an eine moderne Zündkerze	4
ZÜNDKERZEN-AUFBAU UND -TYPEN	5
Materialien	5
Elektrodenabstand	5
Die Zündkerze im Detail	6
Funkenlage und Funkenstrecke	7
Dichtsitz	7
WÄRMEWERT UND WÄRMELEITUNG	8
Wärmewert	8
Einflüsse auf den Wärmewert	9
Wärmeleitung	9
BERU ZÜNDKERZENPROGRAMM	10
BERU Iridium	10
BERU Ultra – die Entscheidung der Automobilhersteller	11
Zündkerzensortiment für Standard-Gasbetrieb	11
BERU Ultra Plus Titan	12
ZÜNDKERZEN-FERTIGUNG	13
Vom Rohling zum Präzisionsteil	13
Härtetests bei BERU	14
Höchste Qualitätsstandards	14
Dienstleistungen von BERU	15
ZUKUNFT	16
Die Zukunft der Zündkerze	16
Hohe Anforderungen an neue Zündkerzen-Generationen	16
Verbesserung der keramischen Eigenschaften	17
Neueste Mess- und Applikationssysteme	17
Neue Zündkerzen-Geometrien für moderne Motoren	18
Neuer Hochspannungsanschluss zur Erhöhung der Überschlagsfestigkeit	19
TIPPS FÜR DIE WERKSTATT	20
Zündkerzenprüfung	20
Zündkerzen-Montage	24
Funktionsstörungen und Verschleiß	25
BERU Montagehilfen	26

Startwilligkeit, Lebensdauer, Leistung, Verbrauch und Abgasverhalten des Motors – diese wichtigen Parameter werden von der Zündkerze beeinflusst. Der die Funktion bestimmende Teil der Zündkerze steckt im Brennraum des Motors, nur ein Abschnitt des Isolators und das Anschlussstück sind von außen sichtbar.

Während des Betriebes haben Zündkerzen Höchstleistungen zu vollbringen: In allen Situationen müssen sie sicher zünden, korrekte Kaltstarts und aussetzerfreien Betrieb gewährleisten – auch bei Höchstbelastung – und ihren Teil zu einer optimalen und damit schadstoffarmen Verbrennung beitragen.

Dabei werden im Brennraum bis zu 3.000 °C und bis zu 100 bar Druck frei. Hinzu kommen Zündspannungen von bis zu 40.000 Volt, bei kurzzeitigen Stromspitzen von bis zu 300 A. Auch chemische Einflüsse stellen hohe Anforderungen an die Qualität. Enorme Schwerstarbeit also, die von der Zündkerze viele tausend Kilometer lang verrichtet werden muss.

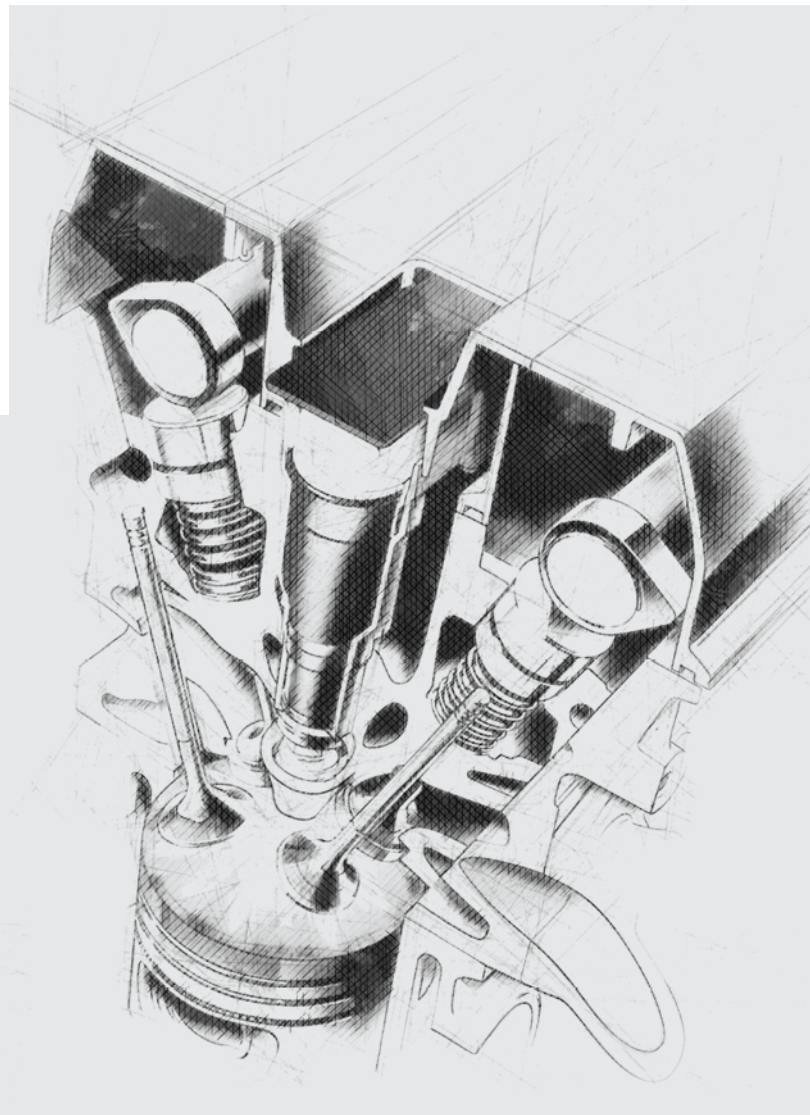
BERU Zündkerzen sind hoch spezialisierte Präzisionsteile, die nach Fahrzeugherstellervorgaben entwickelt und auf modernen Anlagen gefertigt werden.

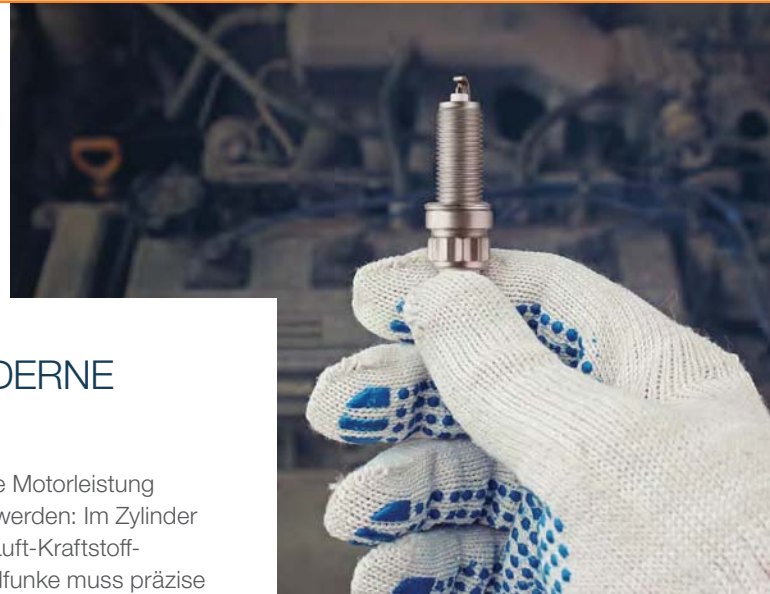
DER OTTOMOTOR

FUNKTIONSWEISE EINER ZÜNDKERZE

Im Gegensatz zu Dieselmotoren sind Ottomotoren fremdgezündet: Im Verdichtungsstakt wird die Verbrennung des komprimierten Kraftstoff-Luft-Gemischs durch einen elektrischen Funken eingeleitet. Aufgabe der Zündkerze hierbei ist, diesen Funken zu erzeugen. Er entsteht durch die von der Zündspule erzeugte Hochspannung und springt zwischen den Elektroden über. Vom Funken ausgehend pflanzt sich eine Flammfront durch den gesamten Brennraum fort, bis das Gemisch verbrannt ist. Die frei werdende Wärme erhöht die Temperatur und der Druck im Zylinder steigt rapide an, wodurch der Kolben nach unten gedrückt wird (Arbeitsstakt). Die Bewegung wird über das Pleuel auf die Kurbelwelle übertragen; über die Kupplung treibt sie das Getriebe und über die Achsen das Fahrzeug an.

Der Zündkerzenfunke leitet im Verdichtungsstakt die Verbrennung des komprimierten Kraftstoff-Luft-Gemischs ein.





ANFORDERUNGEN AN EINE MODERNE ZÜNDKERZE

Um eine einwandfreien, kraftvolle und umweltfreundliche Motorleistung sicherzustellen, müssen mehrere Anforderungen erfüllt werden: Im Zylinder muss die richtige Menge eines perfekt ausgewogenen Luft-Kraftstoff-Gemisches vorhanden sein, und der energiereiche Zündfunke muss präzise zum vorbestimmten Zeitpunkt zwischen den Elektroden überspringen. Zu diesem Zweck müssen Zündkerzen die höchsten Leistungsanforderungen erfüllen: Sie müssen zwischen 500 und 3500 mal pro Minute einen leistungsstarken Zündfunken (im Viertaktbetrieb) erzeugen – auch bei hohen Drehzahlen oder im Stop-and-go-Verkehr. Selbst bei -20 °C müssen sie für eine völlig zuverlässige Zündung sorgen. Hochleistungszündkerzen bieten schadstoffarme Verbrennung und optimale Kraftstoffeffizienz ohne Fehlzündungen, die bewirken können, dass unverbrannter Kraftstoff in den Katalysator gelangt und diesen zerstört. Eine moderne Zündkerze muss folgende Anforderungen erfüllen:

Elektrische Anforderungen <ul style="list-style-type: none">• Sichere Hochspannungsübertragung, auch bei Zündspannungen von bis zu 40.000 Volt• Gute Wärmedämmfähigkeit, auch bei Temperaturen über 1.000 °C, Schutz gegen Lichtbogenbildung und Funkenbildung	Thermische Anforderungen <ul style="list-style-type: none">• Temperaturwechselbeständigkeit (heiße Abgase – kaltes Ansauggemisch)• Gute thermische Leitfähigkeit von Isolatorfußspitze und Elektroden
Mechanische Anforderungen <ul style="list-style-type: none">• Druckdichter und gasdichter Abschluss der Brennkammer, Beständigkeit gegen oszillierende Drücke bis zu ca. 100 bar• Hohe mechanische Festigkeit für einen sicheren Einbau	Elektrochemische Anforderungen <ul style="list-style-type: none">• Beständigkeit gegen Funkenerosion, Verbrennungsgase und -rückstände• Vermeidung von Ablagerungen am Isolator

BERU Zündkerzen werden aus hochwertigen Werkstoffen konzipiert und hergestellt, damit diese Erfordernisse konstant erfüllt werden. Bereits in der Motorentwicklungsphase sorgen BERU Ingenieure in enger Zusammenarbeit mit der Automobilindustrie dafür, dass die Zündkerzen präzise auf die spezifischen Bedingungen in der Verbrennungskammer abgestimmt werden.

ZÜNDKERZEN-AUFBAU UND -TYPEN

WERKSTOFFE

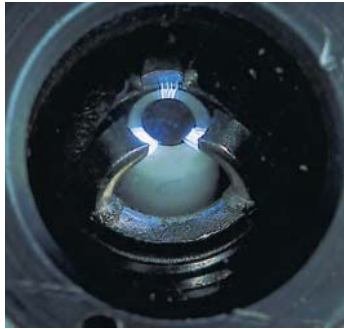
BERU bietet eine ganze Palette von Zündkerzen an, um für die Vielzahl unterschiedlicher Motoren und Einsatzzwecke stets die optimale Zündkerze liefern zu können. Für die Mittelelektroden werden die unterschiedlichsten Materialien verwendet. Spezielle Nickelbasis-Legierungen und Kupferkernelektroden bieten eine gute Wärmeleitfähigkeit und eine hohe Korrosionsbeständigkeit. Platin und Iridium besitzen eine hervorragende Abbrandfestigkeit, wodurch sich die Abstände zwischen den Zündkerzenwechseln verlängern. Die Konstruktion der Masseelektrode spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Ihre Geometrie beeinflusst u. a. die Gemischzugänglichkeit, den Verschleiß, die Wärmeableitung und die Zündspannungsanforderung. Titan, Platin und Iridium überzeugen durch eine besonders lange Lebensdauer bei gleichem Elektrodenabstand.

ELEKTRODENABSTAND

Der kürzeste Abstand zwischen Mittel- und Masseelektrode(n) der Zündkerze wird als Elektrodenabstand bezeichnet. Hier muss der Zündfunke überspringen. Der jeweils optimale Elektrodenabstand ist unter anderem abhängig vom Motor und wird in enger Zusammenarbeit mit dem Motoren- bzw. Fahrzeughersteller ermittelt. Höchste Präzision zur Einhaltung des Elektrodenabstands ist wichtig, denn ein falscher Abstand kann die Funktion der Kerze und damit die Leistungsfähigkeit des Motors erheblich verschlechtern.

- Ist der Elektrodenabstand zu gering, kann dies eine unzureichende Entflammung, unruhigen Leerlauf und schlechte Abgaswerte zur Folge haben.
- Ein zu großer Elektrodenabstand kann zu Zündaussetzern führen.
- Bei Mehrelektroden-Kerzen erübrigt sich aufgrund der abgestimmten Funkenlage das Nachstellen der Elektrodenabstände.





Funkenstrecke



Die innovative Poly-V-Konstruktion: 5 Zündspitzen werden vom Funken ständig wechselnd angesteuert und gewährleisten hohe Zündsicherheit und damit kraftstoffsparende Verbrennung bei langzeitkonstanter Zündleistung.

FUNKENLAGE UND FUNKENSTRECKE

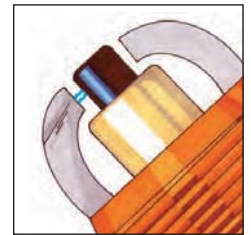
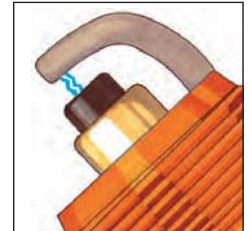
Drei wesentliche Faktoren beeinflussen die Funktion der Zündkerze im Brennraum: die Funkenlage, die Funkenstrecke und der Elektrodenabstand bei Zündkerzen mit Luft-Gleitfunken-Technik.

Funkenlage nennt man die von den Motoren-Entwicklern festgelegte Geometrie, wie weit die Funkenstrecke in den Brennraum hineinragt.

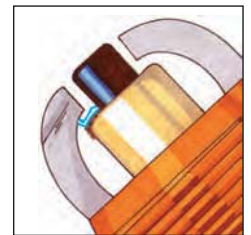
Bei der Funkenstrecke unterscheidet man zwischen:

- Luftfunkenstrecke: Weg, den der Funke zwischen den Elektroden zurücklegt, um das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Brennraum zu entzünden.
- Gleitfunkenstrecke: Weg, den der Funke zurücklegt, wenn er zunächst über die Oberfläche der Isolatorspitze gleitet, um dann zur Masseelektrode überzuspringen. Auf diesem Weg brennt er störende Ablagerungen und Verbrennungsrückstände weg.
- Luft-/Gleitfunkenstrecke: Funkenwege, die über die Luft und den Isolator laufen können. Durch Kombination voneinander unabhängiger Luft- und Gleitfunkenstrecken lässt sich der Elektrodenabbrand verringern, was zu einer deutlichen Verlängerung der Lebensdauer der Zündkerzen führt.

Luftfunkenstrecke



Gleitfunkenstrecke

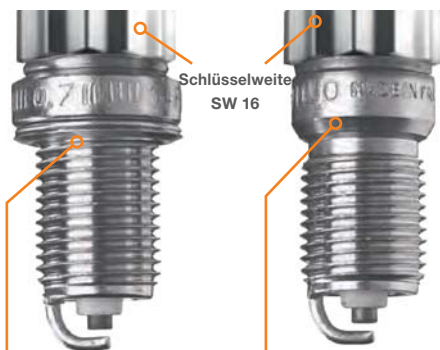


DICHTSITZ

Die Zündkerze muss gasdicht in den Zylinderkopf eingeschraubt sein. Je nach Motorbauweise unterscheidet man dabei zwei Abdichtungsarten:

- Flachdichtsitz oder Plandichtsitz: Ein unverlierbarer Außendichtring übernimmt am Kerzenkörper die Dichtungsfunktion.
- Kegeldichtsitz oder Konusdichtsitz: Die konusförmige Fläche des Kerzenkörpers sorgt in einer entsprechend geformten Auflagefläche des Zylinderkopfs für Abdichtung.

Bei beengten Einbauverhältnissen (z. B. Mehrventiler) werden häufig FineLine- oder BiHex-Zündkerzen eingesetzt, die kleinere Schlüsselweiten und filigranere Abmessungen aufweisen.



Flachdichtsitz mit Dichtring

Kegeldichtsitz ohne Dichtring

Schlüsselweite
SW 16

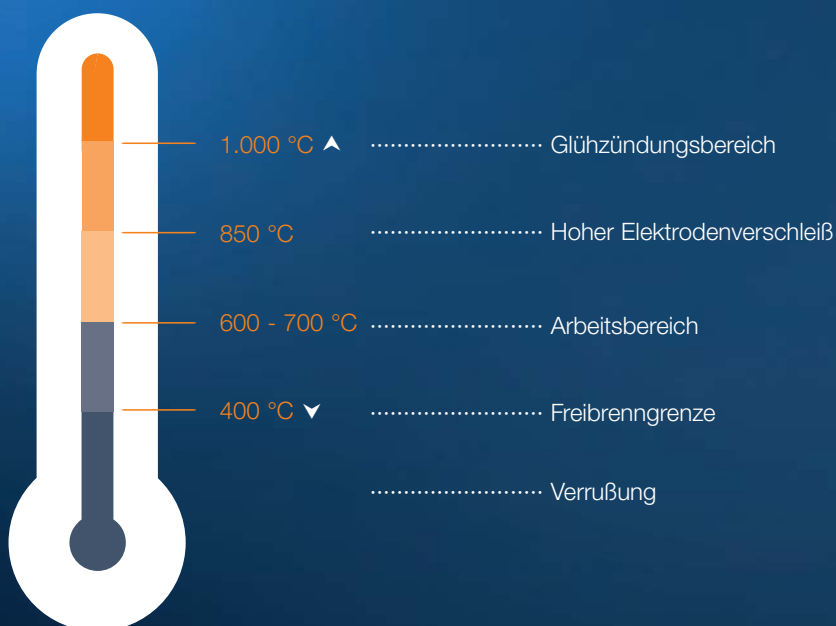
WÄRMEWERT UND WÄRMELEITUNG

WÄRMEWERT

Der Wärmewert ist ein Maß für die thermische Auslegung einer Zündkerze. Er gibt die maximale thermische Belastbarkeit an, die sich an der Zündkerze im Gleichgewicht zwischen Wärmeaufnahme und -abgabe einstellt.

Bei der Auswahl einer Zündkerze ist der Wärmewert genau einzuhalten:

- Ist die Wärmewert-Kennziffer zu hoch (beispielsweise 9), kann die Kerze die entstandene Wärme nicht rasch genug ableiten. Das führt zu Glühzündungen; das heißt, nicht der Zündfunke, sondern die zu heiße Kerze entflammt das Gemisch.
- Ist die Wärmewert-Kennziffer zu niedrig (beispielsweise 5), wird bei geringer Motorleistung die zur Selbstreinigung der Kerze nötige Freibrenntemperatur nicht erreicht. Folge: Zündaussetzer, erhöhter Verbrauch und steigende Emissionen (Fehlerbilder siehe Seite 20 und 23).



Wärmeleitwege
einer Zündkerze



EINFLÜSSE AUF DEN WÄRMEWERT

Je höher die Motorleistung, desto höher ist meist auch die Brennraumtemperatur. Die Isolatorfußgröße beeinflusst maßgeblich die Wärmeaufnahme, die Wärmeableitung erfolgt über den Isolatorfuß, die Mittelelektrode und die innere Dichtung an den Kerzenkörper zum Zylinderkopf.

- Zündkerzen mit langem Isolatorfuß nehmen mehr Wärme auf. Da sie auf dem langen Weg bis zum Kerzenkörper aber wenig Wärme abgeben können, nennt man sie heiße Zündkerzen.
- Zündkerzen mit kurzem Isolatorfuß nehmen weniger Wärme auf. Da sie auf dem kurzen Weg bis zum Kerzenkörper aber viel Wärme abgeben können, nennt man sie kalte Zündkerzen.

WÄRMELEITUNG

Beim Verbrennungsvorgang im Zylinder entstehen kurzzeitig Temperaturen von bis zu 3.000 °C, die auch die Zündkerze selbst aufheizen. Über verschiedene Wärmeleitwege gibt die Zündkerze rund 80 Prozent dieser aufgenommenen Temperatur nach außen ab (Abbildung). Der größte Teil der Wärme wird vom Kerzengewinde direkt auf den Zylinderkopf übertragen. **Deshalb muss die Zündkerze stets mit dem richtigen Drehmoment eingeschraubt sein.** Nur rund 20 Prozent der Wärme nimmt das vorbeiströmende Kraftstoff-Luft-Gemisch auf und führt es ab.

BERU ZÜNDKERZENPROGRAMM

BERU IRIDIUM

Iridium-Technologie stabilisiert die Zündspannung und weist hervorragende Verschleißbeigenschaften auf.

Lernen Sie die BERU Iridium Kerze kennen, unsere hochwertigste Zündkerze mit einer Mittelelektrode auf Iridiumbasis. Die beste Zündkerzentechnik auf dem heutigen Markt.

Als Edelmetall eignet sich Iridium bestens für diese wichtige Komponente Ihres Fahrzeugs. Es ist äußerst hitzebeständig und verleiht dieser Zündkerze mit Abstand die längste Lebensdauer. Außerdem sorgen Iridium-Zündkerzen für eine starke Performance in puncto Motorleistung, Kraftstoffverbrauch und Emissionen. Bewährte Technologie in Kombination mit modernster Innovation: Unser Versprechen an Sie.

- FISS** -Entstörwiderstand
- KUPFER** -Kern in Nickelmittlelektrode
- KUPFER** -Kern in Nickelmasseelektrode
- IRIDIUM** -Spitze an Mittelelektrode
- PLATIN** -Auflage an der Masseelektrode



BERU ULTRA – DIE ENTSCHEIDUNG DER AUTOMOBILHERSTELLER

Die Marken-Zündkerze in kompromissloser OE-Qualität.

- Umweltfreundliche Verbrennung: spart Benzin und schützt den Katalysator
- Sichere Zündung auch bei tiefen Temperaturen
- Lange Lebensdauer, hohe Standzeit
- Bewährte Materialien: Zweistoff-Mittelelektrode mit nickelummanteltem Kupferkern
- Edelmetalle: Iridium und Platin
- OEM-Spezifikation und -Technologie



ZÜNDKERZENSORTIMENT FÜR STANDARD-GASBETRIEB (VORWIEGEND LPG)

BERU bietet die passenden Zündkerzen für die Motoren von gasbetriebenen Fahrzeugen – eine wichtige Voraussetzung für Zuverlässigkeit, Leistung, günstigen Verbrauch und eine lange Lebensdauer. Bei Fahrzeugen, die standardmäßig mit Gasantrieb ausgerüstet sind, sind die jeweiligen thermischen Werte der Zündkerzen in der Betriebsanleitung oder in den entsprechenden Unterlagen angegeben.



ULTRA PLUS TITAN

90%* Abdeckung des europäischen Fahrzeugparks mit nur 18 Kerzen

ULTRAPLUS TITAN

Ultra Plus Titan ist eine kurze universelle Zündkerze für Saugmotoren sowie auch Turbo- und Direkteinspritzungsmotoren mit hoher Leistung.

BERU Ultra Plus Titan ist das Ergebnis eines intensiven Entwicklungsprogramms im Bereich Zündkerzen. Die Kombination von Know-how aus verschiedenen Bereichen ergab die ultimative Zündkerze für die fortschrittlichsten, mehrventiligen Hochleistungsmotoren von heute.

Poly-V-Elektrode aus Titanlegierung



* Quelle: F-M PL/TecDoc (www.tec Alliance.net/en/company/contact)*

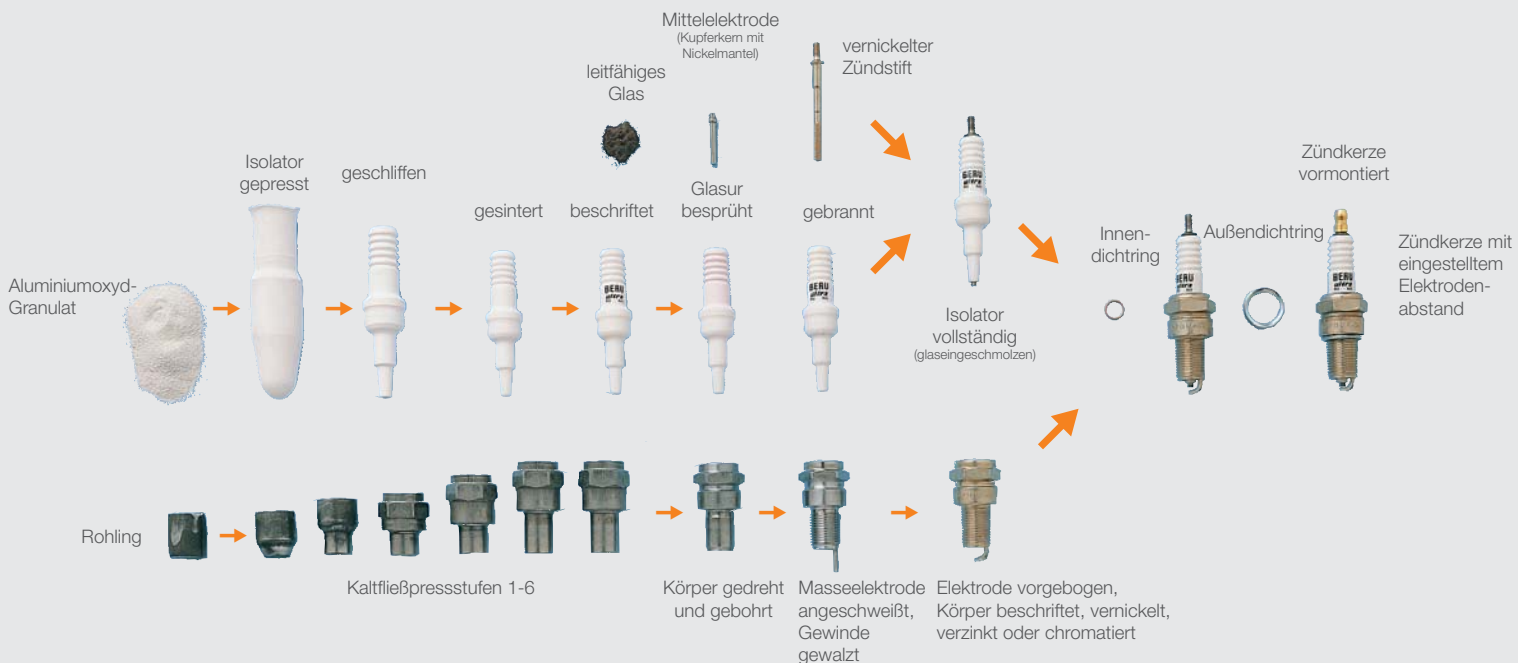
ZÜNDKERZEN-FERTIGUNG

VOM ROHLING ZUM PRÄZISIONSTEIL

Original BERU Zündkerzen werden in eigenen Werken auf computergesteuerten Fertigungsanlagen produziert – von der Keramikaufbereitung für die Herstellung von Isolatoren aus hochwertigem Aluminiumoxyd bis zur Montage des Außendichtrings.



Isolatorenprüfung bei 40.000 Volt: Auf Prüfständen müssen BERU Zündkerzen ihre Zuverlässigkeit vor dem Serienanlauf unter Beweis stellen.



HÄRTETESTS BEI BERU

Ob im Stop-and-go-Verkehr oder Autobahnmarathon, bei klirrender Kälte oder brütender Hitze – eine Zündkerze muss immer funktionieren. Um den hohen Qualitätsansprüchen zu genügen, werden BERU Zündkerzen bei der Entwicklung und nach der Produktion unterschiedlichen Tests unterzogen.

HÖCHSTE QUALITÄTSSTANDARDS

Qualität ist das oberste Gebot, um im internationalen Wettbewerb zu bestehen. Alle Werke von BERU sind nach DIN ISO 9001 & UND ISO/TS 16949 zertifiziert. Die Zertifikate werden regelmäßig erneuert und entsprechen dem jeweils aktuellsten Stand.

Rund zehn Prozent aller Mitarbeiter von BERU sind im Bereich Qualitätssicherung tätig. Ein Grundsatz der Qualitätsphilosophie des Unternehmens lautet: Produktionsüberwachung statt Produktüberprüfung. Denn Qualität muss gefertigt und nicht erprüft werden. Dabei setzt BERU auf qualifizierte Mitarbeiter und auf modernste, computergestützte Verfahren. Nur sie garantieren, dass die den Kunden zugesicherten Eigenschaften auch bei jeder Kerze zuverlässig eingehalten werden. Doch die Qualitätssicherung beginnt bereits bei der eigenen Lieferanten- und Materialauswahl: Zuverlässige Partner und beste Rohstoffe sind Grundvoraussetzungen für die kompromisslose Qualität.

Zündkerzen sind Verschleißteile, die regelmäßig ausgewechselt werden müssen. Andernfalls droht die Gefahr einer unvollständigen Verbrennung. Dadurch wiederum steigen Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß stark an. Durch Zündaussetzer gelangt zudem unverbrannter Kraftstoff in den Katalysator, verbrennt dort nach und heizt den Kat-Träger auf. Treten die Zündaussetzer vermehrt auf, kann der Katalysator völlig zerstört werden – und der Schadstoffausstoß bis aufs Zehnfache ansteigen: So ist die gesetzlich vorgeschriebene Abgasuntersuchung nicht zu schaffen.

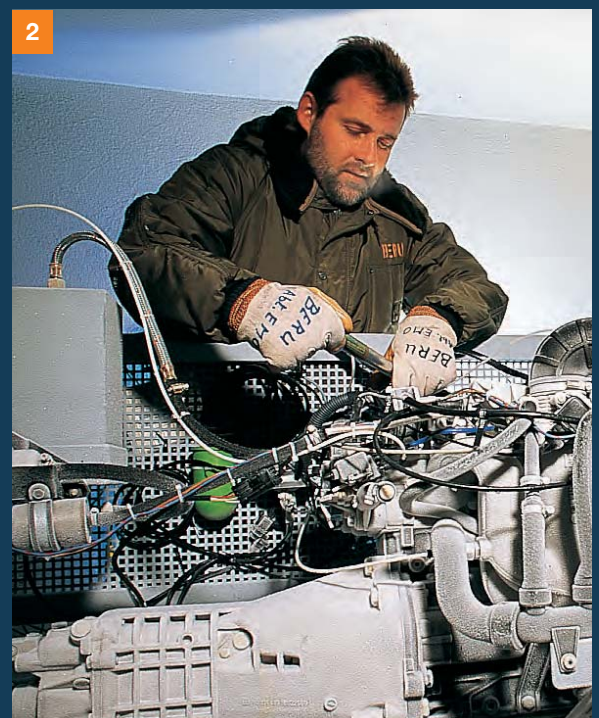
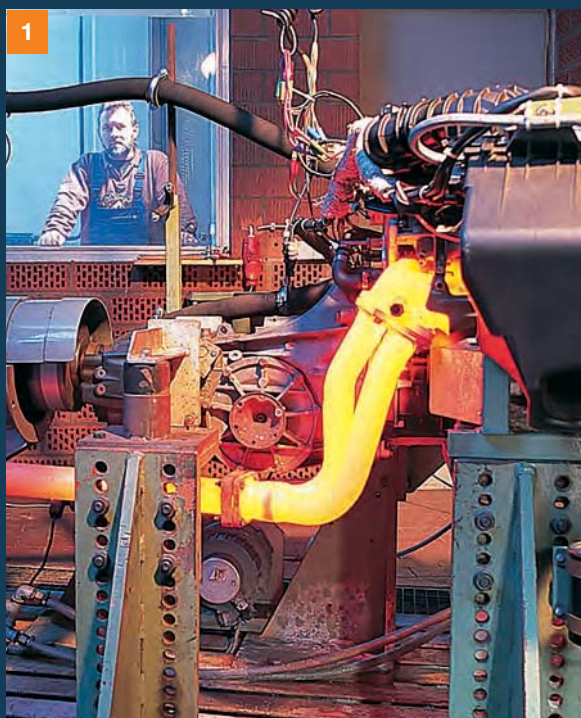
Generell gilt: Unabhängig von der Jahresfahrleistung sollten die Zündkerzen auch nach einem vom Hersteller empfohlenen Zeitraum ausgetauscht werden – zur Erhaltung der Motorleistung und zum Schutz des Katalysators.



Dienstleistungen von BERU

Heute zählt BERU international zu den führenden Anbietern für Kfz-Elektrik. BERU ist flexibel und reaktionsschnell, wenn es um die Umsetzung von Kundenwünschen geht. Rund 150 Entwickler und Konstrukteure arbeiten an der permanenten Optimierung vorhandener Produkte und der Entwicklung von Innovationen – in engem Dialog mit den Kunden aus dem Automobil- und Motorenbau. Spezielle Applikationen, eigens auf die Partner von BERU abgestimmt, sichern den Fahrzeugherstellern Produkte, die exakt auf ihre Bedürfnisse maßgeschneidert sind. Mehr und mehr bietet BERU deshalb komplette Systemlösungen statt einzelner Komponenten an.

- 1 | Lebensdauertest-Prüfstand
- 2 | Blick in die Kältekammer im BERU Forschungs- und Entwicklungszentrum: Test des Kaltstartverhaltens in der Kältezelle bei -30 °C



ZUKUNFT



Die Ingenieure entwickeln dazu in enger Abstimmung mit internationalen Automobilherstellern **innovative Zündkerzenkonzepte** für moderne Ottomotoren.

DIE ZUKUNFT DER ZÜNDKERZE

Bei der Entwicklung von modernen Benzinmotoren gehen die Technikrends zu geänderten Brennverfahren und hoch aufgeladenen, kleineren Aggregaten (Downsizing). Die Ingenieure von BERU entwickeln dazu in enger Abstimmung mit internationalen Automobilherstellern die optimalen Zündkerzen.

Weniger Verbrauch, geringere Emissionen, mehr Fahrspaß: Auf diesen einfachen Nenner lassen sich derzeit die Technikrends bei der Ottomotoren-Entwicklung bringen. Voll- und Teilvariabilität im Ventiltrieb durch Phaser oder Ventilhubsteuerung sowie Direkteinspritzung mit wand-, luft- oder strahlgeführter Einspritzung sind heute Stand der Technik. Die neueste Generation von Einspritzsystemen mit piezo-gesteuertem Injektor erweitert den Bereich des ungedrosselten, mageren Motorbetriebs und soll somit die geforderte Verminderung von Verbrauch und Emissionen gewährleisten.

Daraus ergeben sich neue Anforderungen an die Zündkerzen:

- kleinere Bauformen
- positionierte Körperelektroden (Masseelektroden)
- genauere Funkenlagen sowie eine
- höhere dielektrische und mechanische Festigkeit der Zündkerzenkeramik

HOHE ANFORDERUNGEN AN NEUE ZÜNDKERZEN-GENERATIONEN

Durch die neuen Direkteinspritzsysteme steht der Zündkerze in Ottomotoren weniger Raum im Zylinderkopf zur Verfügung. Dies bedingt wiederum ein verlängertes Einschraubgewinde und/oder eine geänderte Zündkerzen-Geometrie. Vermehrt sind M12-Zündkerzen in Verwendung, die allerdings im Vergleich zu herkömmlichen M14-Zündkerzen mit einer reduzierten keramischen Wandstärke auskommen müssen. Die gegensätzlichen Forderungen – kleinere Wandstärken am Isolator und größerer Spannungsbedarf – machen Neuentwicklungen von Werkstoff, Geometrie und Verfahren, genauere Funkenlagen sowie eine höhere dielektrische und mechanische Festigkeit der Zündkerzenkeramik nötig.

VERBESSERUNG DER KERAMISCHEN EIGENSCHAFTEN

Als Isolatormaterial für Pkw-Zündkerzen hat sich eine Keramik auf Basis von Tonerde bewährt, da dieser Werkstoff die elektrischen und mechanischen Forderungen in puncto Durchschlagfestigkeit auch bei Temperaturen bis 1.000 °C erfüllt. Eigenschaftsbestimmende Hauptgröße der aktuellen Keramik ist ihre Restporosität. Um diese deutlich zu reduzieren und damit die Durchschlagsfestigkeit und mechanische Festigkeit der Zündkerzen nochmals zu verbessern, haben die Entwickler von BERU unter anderem Modifikationen der Zuschlagsstoffe vorgenommen.



NEUESTE MESS- UND APPLIKATIONSSYSTEME

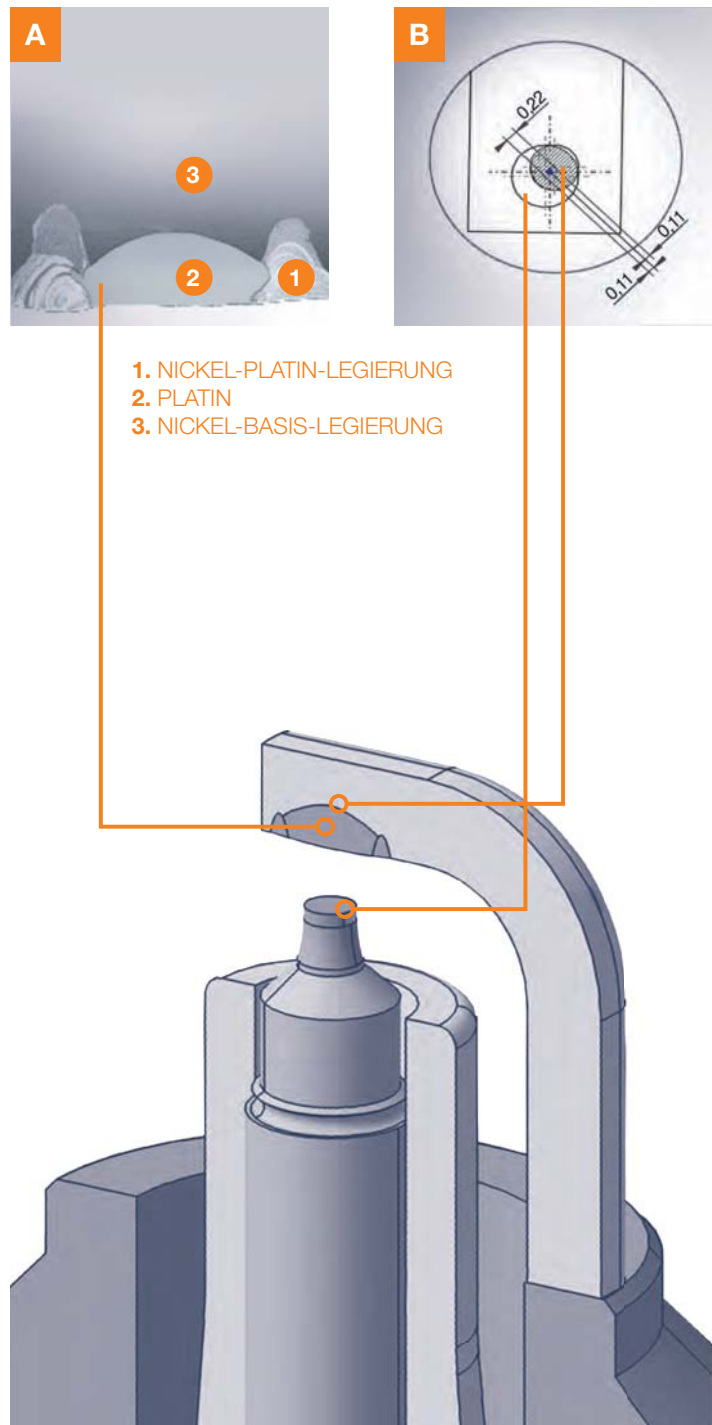
Die Entwicklung motorspezifischer Zündkerzen erfordert eine enge Zusammenarbeit von Automobilhersteller und Zündkerzenhersteller. Voraussetzungen hierfür sind optimale technische Möglichkeiten zur Ermittlung

- des geeigneten Wärmewerts
- der Elektrodentemperaturen
- des Zündspannungsbedarfs
- des Zündspannungsangebots
- des optimalen Kaltstartverhaltens der Zündkerzen

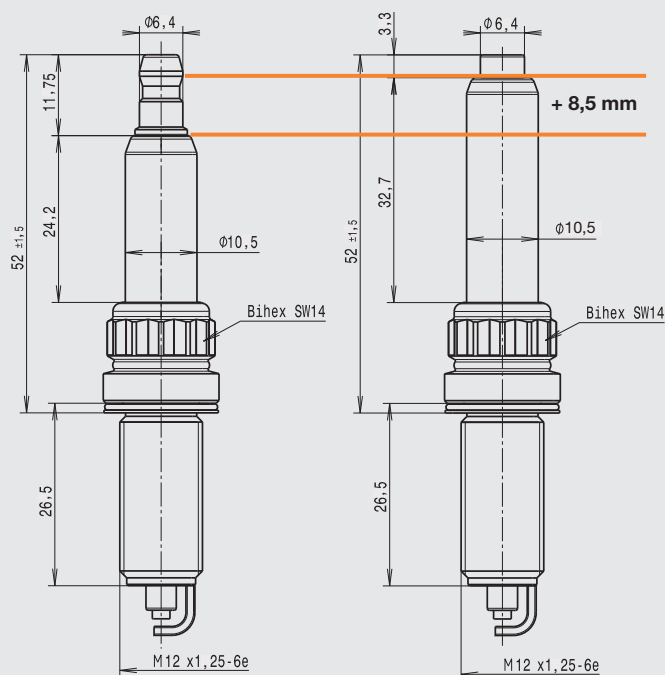
NEUE ZÜNDKERZEN- GEOMETRIEN FÜR MODERNE MOTOREN

Die Automobilhersteller entwickeln kleine, leistungsstarke, saubere Motoren. Dadurch steigen auch die Anforderungen an die Zündkerze, was die Entwicklung neuartiger Elektrodengeometrien, Werkstoffe und Verfahren nötig macht. Für Elektroden auf Basis einer Nickellegierung wird der Verschleißmechanismus wesentlich von der Oxidation bestimmt. Daraus ergibt sich die Forderung nach Nickellegierungen mit einer stabilen, dauerhaften Oxidschicht. Bei Zündkerzen, deren Elektroden mit oxidationsstabilisiertem Edelmetall wie Platin oder Iridium armiert sind, muss vor allem eine dauerhafte Verbindung des Edelmetalls auf den nickelbasierten Zündkerzen-Elektroden gewährleistet sein.

Die nickelbasierten Elektroden der BERU High-End-Zündkerzen sind mit oxidationsstabilisiertem Edelmetall wie Platin oder Iridium beschichtet. Anhand eines speziellen Laserschweißverfahrens stellt BERU eine extrem langlebige Verbindung der beiden Werkstoffe her. (A). Eine Überdeckung der Edelmetallflächen an Mittel- und Masselektrode von mindestens 92 Prozent (B) ermöglicht extrem hohe Laufleistungen.



- 1. NICKEL-PLATIN-LEGIERUNG
- 2. PLATIN
- 3. NICKEL-BASIS-LEGIERUNG



- Bei gleichen Abmaßen wurde durch die Verlängerung des Isolators mehr Isolierfläche gewonnen.
- Ein Plus an Überspannungsschutz in Luft von 8.000 - 9.000 V
- Einsatzbereich bis 40.000 V

NEUER HOCHSPANNUNGSANSCHLUSS ZUR ERHÖHUNG DER ÜBERSCHLAGSFESTIGKEIT

Downsizing gilt als Schlüsseltechnologie zur Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und Emissionen. Diese neue Technologie stellt die Entwickler von Zündsystemen vor neue Herausforderungen, denn die Downsizing-Motoren bieten weniger Bauraum und arbeiten mit höherem Brennraumdruck und höherer Zündspannung, wodurch sich die Gefahr von Hochspannungsüberschlägen an der Zündkerze drastisch erhöht. Für eine höhere Überschlagsfestigkeit hat BERU einen neuen Hochspannungsanschluss

entwickelt, der – bei gleichen Zündkerzenabmaßen – durch einen 8,5 mm längeren Isolatorhals mehr Isolierfläche bietet und so die Überschlagsfestigkeit um bis zu 9.000 Volt erhöht. Nicht nur die gewonnene Isolationsfläche sorgt für mehr Schutz gegen Durch- und Überschläge, sondern auch eine neue Art der Kontaktierung. Anstatt über eine außen liegende Kontaktierung (wie SAE oder M4) erfolgt sie innen liegend durch eine Druckfeder. Dieser neuartige kegelförmig zulaufende Druckfederanschluss ist so ausgebildet, dass das vordere Ende sicher von der schüsselförmigen Einbuchtung des Zündstifts der Zündkerze aufgenommen wird (daher auch der Name „Bowl“ – Hochspannungsanschluss). So wird Feldüberhöhungen vorgebeugt – und die Überschlagsfestigkeit trotz erhöhter Zündleistung deutlich gesteigert.

TIPPS FÜR DIE WERKSTATT

ZÜNDKERZENPRÜFUNG

Bei der Sichtprüfung der Zündkerze treten die unterschiedlichsten Schadensbilder auf. Hier eine Übersicht mit der Beschreibung von Ursachen, Auswirkungen und Abhilfemöglichkeiten:



KRAFTSTOFFZUSÄTZE

Aussehen: Rötliche/braune oder lila Ablagerungen/Verfärbungen am Isolatorfuß

Ursache: Verwendung von Kraftstoffzusätzen

Auswirkung: Fehlzündung. Normalerweise sind Additive nicht leitfähig; einige jedoch schon und bei übermäßigen Ablagerungen können diese einen Massenschluss-Kriechweg für den Zündfunken aufbauen.

Abhilfe: Zündkerzen ersetzen und sicherstellen, dass alle verwendeten Zusätze für die Zünd- und Abgasanlagen des Motorherstellers geeignet sind und in richtigem Verhältnis zugegeben werden.



AUSGEBROCHENES GEWINDE

Aussehen: Das Gewinde der Zündkerze ist vom restlichen Teil der Kerze abgebrochen.

Ursache: Zu starke Kraftanwendung beim Ein- oder Ausbau.

Auswirkung: Die Montage wird erschwert und in extremen Fällen kann der Motor Schaden nehmen.

Abhilfe: Zum Aus- und Einbau einer Zündkerze sollte stets ein Drehmomentschlüssel verwendet werden.



FRÜHZÜNDUNG

Aussehen: Schmelzen (oder teilweises Schmelzen) der Masse- und/oder Mittelelektrode

Ursache: Zündkerze zu heiß, zu mageres Luft-Kraftstoffgemisch, falscher Zündzeitpunkt, defekte Abgasrückführungsanlage, fehlerhafter Klopfsensor, Funkenüberschlag in den Zündkerzenkabeln oder Verschleiß von Motorkomponenten

Auswirkung: In extremen Fällen entsteht Motorschaden.

Abhilfe: Ursache ausfindig machen und beheben. Zündkerzen gemäß Herstellerempfehlungen ersetzen.



ÖLABLAGERUNGEN

Aussehen: Am Kerzenfuß der Zündkerze zeigt sich „Nässe“ durch Motoröl.

Ursache: Ölablagerungen sind normalerweise ein Anzeichen auf fortgeschrittenen Motorverschleiß, können jedoch auch durch einen Fehler im Kurbelgehäuseentlüftungssystem verursacht werden.

Auswirkung: Fehlzündung aufgrund von Ölablagerungen, die den Kerzenfuß der Zündkerze bedecken und das Überspringen des Funken verhindern.

Abhilfe: Ursache beheben und Zündkerzen ersetzen.



KLOPFENDE VERBRENNUNG

Aussehen: Leichtes Klopfen verursacht schwarze/graue Flecken am Isolator oder der Masseelektrode. Starkes Klopfen kann Risse am Isolator oder der Masseelektrode verursachen oder diese sogar zerstören

Ursache: Störung im Verbrennungsprozess, verursacht Druckspitzen/ Stoßwellen in der Verbrennungskammer. Kann verursacht werden durch: nicht funktionierende Abgasrückführungsanlage, defekten Klopfsensor, mageres Luft-Kraftstoffgemisch, falsche Kraftstoff-Oktananzahl oder falsche Zündverstellung und lose Zündkerzen

Auswirkung: Fehlzündung und/oder allgemein schlechter/unregelmäßiger Lauf, die zu Motorschäden führen können.

Abhilfe: Ursache identifizieren und Zündkerzen ersetzen.



VERSCHLISSENE ZÜNDKERZE

Aussehen: Mittel- und/oder Masseelektroden sind abgerundet und der Abstand ist zu groß.

Ursache: Allgemeiner Verschleiß (Zündkerze ist verschlissen). Die graubraune/weiße Farbe weist jedoch darauf hin, dass die Zündkerze den korrekten Wärmewertbereich hat und dass Kraftstoff-/Zündanlage generell in gutem Zustand sind.

Auswirkung: Ein vergrößerter Elektrodenabstand vervielfacht die Arbeitslast der Zündanlage und verursacht Fehlzündungen, schlechte Kraftstoffeffizienz und Schäden an anderen Zündkomponenten.

Abhilfe: Zündkerzen ersetzen

ZÜNDKERZENPRÜFUNG



VERFÄRBUNG DURCH CORONA-ENTLADUNG

Aussehen: Verfärbung am Keramikisolator in der Nähe der Schale

Ursache: Öl-/Gaspartikel (in der Zündkerzenbohrung) werden durch ein Magnetfeld, das vom durch die Zündkerze fließenden Hochspannungsstrom erzeugt wird, angezogen.

Auswirkung: Keine Beeinträchtigung der Zündkerzenfunktion

Abhilfe: Bei Einbau von neuen Zündkerzen darauf achten, dass die Zündkerzenbohrung sauber ist



ÖLKOHLEABLAGERUNGEN

Aussehen: Weiche, schwarze, rußige Ablagerungen am Kerzenfuß der Zündkerze.

Ursache: Fetttes Luft-Kraftstoffgemisch, schwache Zündung, Zündkerze zu kalt oder wiederholte kurze Fahrstrecken

Auswirkung: Ölkohleablagerungen sind leitend und können Masseschluss erzeugen, was häufig zu Fehlzündungen führt und dadurch Katalysatorschäden verursachen kann.

Abhilfe: Vor Austausch der Zündkerze Kraftstoff- und Zündanlagen, allgemeine Motorleistung und Fahrstil prüfen. Überprüfen, dass die korrekte Zündkerze (Teilenummer) für die Anwendung genutzt wird



ANZIEHEN VON ZÜNDKERZEN

Aussehen: Zündkerzendichtung wurde nicht ausreichend zusammengedrückt (siehe Fotos)

Ursache: Unsachgemäßes Anziehen der Zündkerze

Auswirkung: Wenn die Zündkerze zu locker sitzt, wird die korrekte Hitzeabfuhr verhindert, was zu einem Überhitzen der Zündkerze führt. Dies kann Frühzündung oder eine klopfende Verbrennung verursachen. Falls umgekehrt die Zündkerze zu stark angezogen wurde, können Isolator und interne Komponenten Schaden nehmen und Funktionsstörungen auftreten.

Abhilfe: Zündkerzen mit dem vom Hersteller empfohlenen Drehmoment anziehen



ASCHEABLAGERUNGEN

Aussehen: Hellbraune verkrustete Ablagerungen an der Mittel- und/oder Masselektrode

Ursache: Häufig auf übermäßige Kraftstoff- oder Ölzusätze zurückzuführen, allerdings kann allgemeiner Motorverschleiß eine ähnliche Auswirkung auf die Zündkerze haben

Auswirkung: Ascheablagerungen können die Zündkerze „abschirmen“ und zu Fehlzündungen führen.

Abhilfe: Sicherstellen, dass die Zündkerze den korrekten Wärmewertbereich hat, und auf Motorverschleiß prüfen



ÜBERHITZUNG

Aussehen: Kalkig weißer Isolator (keine hellbraune Verfärbung), Grübchen- oder Blasenbildung an den Elektroden. In manchen Fällen beginnt sich der Isolator grau oder dunkelblau zu verfärben.

Ursache: Zündkerze mit falschem Wärmewertbereich, falscher Zündzeitpunkt, unzureichendes Anzugsdrehmoment der Zündkerze und allgemeine Motorüberhitzung

Auswirkung: Allgemein schlechte Fahrbedingungen

Abhilfe: Ursache der Überhitzung ausfindig machen und beheben. Zündkerzen ersetzen, dabei auf den vom Hersteller empfohlenen Wärmewertbereich achten.



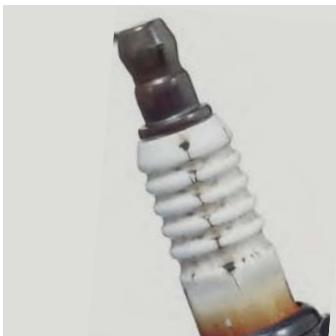
ÜBERSCHLAG

Aussehen: Schwarze Verbrennungsstellen (Rußspuren), die vertikal am Zündkerzenisolator zur Schale hinunter verlaufen

Ursache: Stromentladung von der oberen Klemme der Zündkerze an der Außenseite des Isolators zur Masse, verursacht durch schlecht passendes/ verschlissenes Zündkerzengehäuse

Auswirkung: Fehlzündungen

Abhilfe: Betroffene Zündkerze(n) und Zündkerzenkabel ersetzen



NORMALER VERSCHLEIß/NORMALE FUNKTION DER ZÜNDKERZE

Aussehen: Grau-braune bis weiße Farbe um den Isolator am Kerzenfuß

Ursache: Bestätigt, dass die Zündkerze den korrekten Wärmewertbereich hat und ordnungsgemäß gezündet hat. Weist außerdem darauf hin, dass Kraftstoff- und Zündanlagen effizient arbeiten und der Motor mechanisch einwandfrei ist.

Abhilfe: Zündkerzenabstand prüfen und gemäß Herstellerempfehlungen ersetzen. Keine weiteren Maßnahmen erforderlich.



ZÜNDKERZEN-MONTAGE

Da Zündkerzen für bestimmte Motoren konzipiert sind, müssen stets die richtigen Kerzen verwendet werden. Ein falscher Wärmewert oder Elektrodenabstand sowie eine falsche Gewindelänge können zu einer Minderung der Motorleistung oder gar einer Schädigung des Motors und/oder Katalysators führen. Ebenso unerlässlich ist ein sorgfältiger Aus- und Einbau.

1. Beim Ausbau ist darauf zu achten, dass kein Schmutz in den Brennraum gelangt. Deshalb die Kerze erst um einige Gewindegänge lockern und den Kerzenschaft mit Druckluft oder Pinsel reinigen, dann die Kerze ganz herausschrauben.
2. Isolator der Zündkerze beim Anbringen der Spule oder der Kabel dünn mit BERU Spezialfett bestreichen.
 - ZKF01 mit 10 g Inhalt
 - ZKF02 mit 50 g Inhalt.
3. Beim Einbau sollten Kerzengewinde und Zylinderkopfbohrung sauber sein. Bei BERU Zündkerzen macht eine Nickelbeschichtung des Kerzenkörpers ein Einfetten des Gewindes überflüssig. Auf das richtige Anzugsdrehmoment (siehe Tabelle) achten.
4. Achtung: Heruntergefallene Zündkerzen dürfen nicht mehr verwendet werden, denn auch unsichtbare Beschädigungen können Zündaussetzer oder gar Katalysatorschäden zur Folge haben.
5. Zündkerzenstecker auf Verschleiß prüfen. Sind Versprödungen oder feinste Haarrisse zu erkennen, tauschen Sie die Stecker.

FUNKTIONSSTÖRUNGEN UND VERSCHLEISS

Überlastung, schlechter Kraftstoff, falsche Kerzenwahl und Stop-and-go-Verkehr sind nur ein paar der Einflüsse, die zu Funktionsstörungen an der Zündkerze führen können. Hier eine kurze Checkliste, die Ihnen hilft, den Fehler zu erkennen:

Symptom	Ursache	Mögliche Folgeschäden
Funkenerosion, Korrosion	Thermische Überlastung Falscher oder schlechter Kraftstoff Falscher Wärmewert	Angeschmolzene Elektroden Glühzündung, Zündaussetzer (durch größeren Elektrodenabstand)
Glühzündung	Rückstände im Brennraum Defekte Ventile Kerzen mit falschem Wärmewert Kraftstoff mit zu geringer Oktanzahl	Kolbenschäden Ventilschäden Zündkerzenschäden
Klopfende Verbrennung	Kraftstoff mit zu geringer Oktanzahl Falscher Zündzeitpunkt Zu hohe Verdichtung	Unkontrollierter Druck- und Temperaturanstieg kann zu Kolben- und Zündkerzenschäden führen
Zündaussetzer	Defekter, gealterter, undichter Zündkerzenstecker	Funkenüberschläge am Isolator; Katalysatorschäden



WICHTIG BEI DER MONTAGE: DAS EXAKTE ANZUGSDREHMOMENT

Tritt trotz vorschriftsmäßigem Anzugsdrehmoment extremer Abbrand oder Abschmelzen der Mittelelektrode auf, liegt die Ursache mit großer Wahrscheinlichkeit am unkontrollierten Verbrennungsablauf (z. B. Glühzündung oder Hochgeschwindigkeitsklingeln). Mögliche Gründe: falscher Wärmewert, zu geringes Auslassventilspiel, falscher Zündzeitpunkt, unzureichende Kraftstoffqualität, Ablagerungen im Brennraum oder zu mageres Kraftstoffgemisch.

Gewindemaß: n	Gusseisen:	Aluminiumlegierung:	Bauhöhe: Anzugsdrehmoment Nm	Dichtungsstärke: mm
	Anzugsdrehmoment Nm	Anzugsdrehmoment Nm		
M14 x 1,25	20 bis 40	20 bis 30	30	1,0 bis 2,0
M12 x 1,25	15 bis 25	15 bis 25	25	0,8 bis 1,6
M10 x 1	10 bis 15	10 bis 15	15	0,7 bis 1,6

Gewindemaß: n	Gusseisen:	Aluminiumlegierung:	Bauhöhe: Anzugsdrehmoment Nm
	Anzugsdrehmoment Nm	Anzugsdrehmoment Nm	
M18 x 1,5	20 bis 30	Nicht spezifiziert	30
M14 x 1,25	10 bis 20	10 bis 20	20
M12 x 1,25	10 bis 20	10 bis 15	15 (für Aluminiumlegierungs-Sitz), 20 (für Gusseisensitz)

BERU MONTAGEHILFEN

Für den einfachen und sicheren Zündkerzenwechsel ohne Verkanten des Schlüssels und ohne Isolatorrisse empfehlen wir den Einsatz von Spezialwerkzeugen.

BERU Zündkerzen-Montagehilfe ZMH002

Sicherer Zündkerzenwechsel ohne Verkanten

DAS PROBLEM Durch die relativ große Öffnung des Zündkerzenschachtes besteht beim Ein- und Ausbau von Zündkerzen mit einer Verlängerung die Gefahr, dass der Zündkerzenschlüssel schräg geführt wird und einen Bruch des Zündkerzenisolators verursacht. Die Folge: Zündaussetzer durch Spannungsüberschläge am gesprungenen Zündkerzenisolator können den Katalysator zerstören.

DIE LÖSUNG Das BERU Montagewerkzeug für den Einsatz bei nahezu allen Fahrzeugmodellen wird einfach in die 3/8"-Zündkerzenverlängerung eingesteckt und in den Zündkerzenschacht gedrückt. Der Zündkerzenschlüssel bleibt damit parallel zum Schacht und kann nicht verkantet werden.

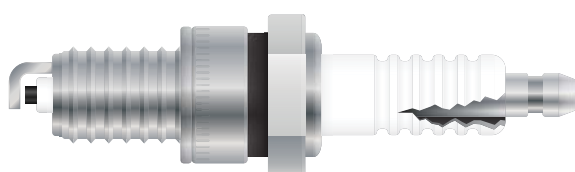
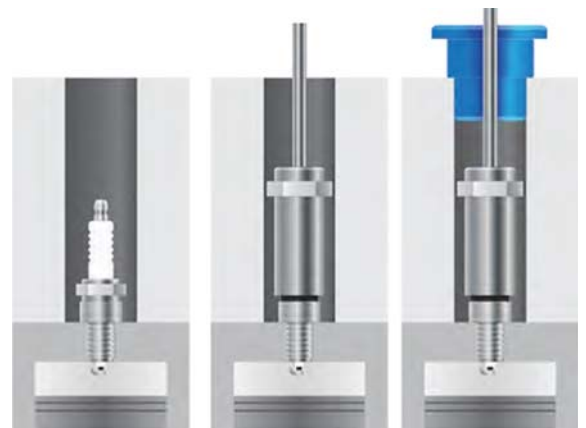
Links: Ein Blick in den Motorraum verdeutlicht die Montageproblematik: Die Zündkerzen moderner Mehrventil-Motoren sitzen so tief im Zylinderkopf, dass sie nur mittels einer Verlängerung ein- oder ausgebaut werden können. Das kann jedoch zum Verkanten führen!

Mitte: Die Breite des Schachts leistet dem Verkanten von Zündkerzenschlüssel und Verlängerung zusätzlich Vorschub.

Rechts: Mit dem BERU® Zündkerzen-Montagewerkzeug kann die Zündkerze ohne Verkantungsgefahr ein- und ausgeschraubt werden. Das vermeidet Isolatorrisse und deren Folgeschäden wie Fehlzündungen und Zündaussetzer, die den Katalysator zerstören können.



Artikelbezeichnung	BERU Kurzcode
Zündkerzen Montagehilfe	ZMH002



Brüche im Isolatorhals – verursacht durch Verkanten des Zündkerzenschlüssels oder der Verlängerung.

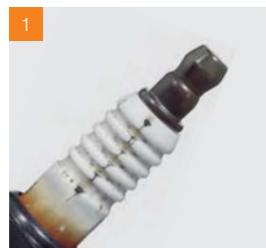
BERU SPEZIALFETT ZKF01/ZKF02

Um einem Verbacken des Zündkerzensteckers mit dem Zündkerzenhals und damit beschädigten Dichtlippen vorzubeugen, empfehlen wir, den Stecker vor der Montage mit BERU Spezialfett zu bestreichen. Damit wird auch die Überschlagsfestigkeit erhöht.



Artikelbezeichnung	BERU Kurzcode
BERU Spezialfett, Tube 10 g	ZKF01
BERU Spezialfett, Tube 50 g	ZKF02

- 1 | Anzeichen von Hochspannungsüberschlägen
- 2, 3 | BERU Zündkerzen-Steckerfett: Vor dem Einschrauben der Zündkerze in den Stecker gestrichen, schützt es vor Versprödung und damit vor Hochspannungsüberschlägen
ZKF01 / 10 g
ZKF02 / 50 g



ZÜNDKERZENGWINDE-REPARATURSET ZGR SET1

Ein defektes Zylinderkopfgewinde – immer wieder der Grund für eine größere Instandsetzung und häufig verbunden mit dem Austausch des Zylinderkopfes. BERU® bietet Ihnen die Möglichkeit einer schnellen und preisgünstigen Reparatur: mit einem professionellen Reparatursatz für alle Standard-M14-Gewinde. Es enthält eine Spezial-Bohrspitze, die das defekte Gewinde ausbohrt und ein neues schneidet, sowie Gewindeeinsätze für alle Standard-Zündkerzengewinde. Der nachträglich eingesetzte Gewindeeinsatz sitzt selbstverständlich sicher und dicht. Gönnen Sie sich eine schnelle und preisgünstige Reparatur mit der BERU® Spezial-Bohrspitze, die die Reparatur von Zündkerzengewinden einfach und sicher macht.



Artikelbezeichnung	BERU Kurzcode
Reparatursatz für Zündkerzengewinde	ZGR-Set1

Zündungstechnik und Dieselkaltstarttechnologie

Glühkerzen

- GN: 3-Phasen-Glühkerze: Vorglühen - Startglühen - Nachglühen
- GV: Glühkerze (Vorglühen)
- GF: Glühkerze für Flammstartanlagen
- GD: Glühkerze mit Drahtwendel
- GH: Glühkerze für Standheizungen

Keramik-glühkerzen (CGP)

Schnell, hitzebeständig, langlebig

Schnellstartsystem (ISS)

GE: Elektronisch gesteuerte 3-Phasen-Glühkerze, Vorglühen - Startglühen - Nachglühen

Drucksensor-Glühkerzen (PSG)

Die BERU PSG ist eine intelligente Glühkerze mit einem im Brennraum integrierten Sensor, der die gemessenen Werte an die Motorsteuerelektronik meldet.

Zündspulen

- Verteilerzündspulen
- Kerzenschacht-/Steckerzündspulen
- Blockzündspulen
- Zündspulenleisten

Glühsteuergeräte

- GR: Glühkerzenrelais
- GSE: Glühkerzen-Steuergeräte

Zündkerzen

- Ultra
- Platin
- Ultra Plus Titan
- Iridium

Zündkabel

Sensoren

- Lambdasonden
- Drehzahlsensoren
- Temperatursensoren
- Drucksensoren



Werkzeuge

- Werkzeuge für Zündkerzen
- Werkzeuge für Glühkerzen

