



[www.beru.com](http://www.beru.com)

Perfection built in  
Perfection built in



ktion eingebaut



## Alles über Zündkerzen

Technische  
Information  
Nr. 02

ngelbaut

Perfection intégrée

Perfektion  
eingebaut





# Inhaltsverzeichnis

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 50 bar Druck frei. Hinzu kommen Zündspannungen von bis zu 40.000 Volt. Auch chemische Einflüsse stellen hohe Anforderungen an die Qualität. Enorme Schwerarbeit 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.

<b>Der Ottomotor</b>	3
Funktionsweise der Zündkerze im Ottomotor	3
Anforderungen an eine moderne Zündkerze	3
<b>Zündkerzen-Aufbau und -Typen</b>	4
Materialien	4
Die Zündkerze im Detail	4
Elektrodenabstand	4
Funkenlage und Funkenstrecke	5
Dichtsitz	5
<b>Wärmewert und Wärmeleitung</b>	6
Wärmewert/Einflüsse	6
Wärmeleitung	6
<b>Beru Zündkerzen-Programm</b>	7
Beru Ultra	7
Beru Ultra X	7
Beru Ultra X Platin	7
Sonder-Zündkerzen	7
<b>Tipps für die Werkstatt</b>	8
Zündkerzenprüfung	8/9
Funktionsstörungen und Verschleiß	10
Zündkerzen-Montage	11
Beru Montagehilfen	12
<b>Rückblick</b>	13
Die Entwicklung der Zündkerze	13
Beru Historie	13
<b>Zündkerzen-Fertigung</b>	14
Vom Rohling zum Präzisionsteil	14
Beru Härtetests	14
Beru Qualitätsstandards	15
Beru Dienstleistungen	15

# Der Ottomotor

## Funktionsweise der Zündkerze im Ottomotor

Im Gegensatz zu Dieselmotoren sind Ottomotoren fremd-gezündet: Im Verdichtungstakt 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. Die Bewegung wird über das Pleuel auf die Kurbelwelle übertragen – sie treibt über die Kupplung und die Achsen das Fahrzeug an.

## Anforderungen an eine moderne Zündkerze

Damit der Motor rund, kraftvoll und umweltfreundlich arbeiten kann, sind viele Voraussetzungen zu erfüllen: Die nötige Menge optimal zusammengesetzten Kraftstoff-Luft-Gemischs im Zylinder muss vorhanden sein, der energiereiche Zündfunke muss zwischen den Elektroden zum exakt vorherbestimmten Zeitpunkt überspringen. Die Zündkerzen haben dabei Höchstleistungen zu erbringen: Zwischen rund 500 und 3.500 Mal pro Minute müssen sie einen kraftvollen Zündfunken liefern – auch bei stundenlanger Höchstleistung oder im Stop-and-go-Verkehr. Selbst bei  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  müssen sie dafür sorgen, dass die Betriebstemperatur schnell erreicht wird. Hightech-Zündkerzen sorgen für eine schadstoffarme Verbrennung und optimale Ausnutzung des Kraftstoffes – ohne Zündaussetzer, die dazu führen können, dass unverbrannter Kraftstoff in den Katalysator gelangt und diesen zerstört. Eine moderne Zündkerze muss folgende Anforderungen erfüllen:

### Elektrische Anforderungen

- Sichere Hochspannungsübertragung auch bei Zündspannungen bis 40.000 Volt
- Hohe Isolierfähigkeit auch bei Temperaturen von  $1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Vermeidung von Durch- und Überschlägen

### Mechanische Anforderungen

- Druck- und gasdichter Abschluss des Brennraums, Beständigkeit gegen oszillierende Drücke bis ca. 100 bar
- Hohe mechanische Festigkeit für einen sicheren Einbau

### Thermische Anforderungen

- Beständigkeit gegen Thermoschocks (heiße Abgase – kaltes Ansaug-Gemisch)
- Gute Wärmeleitfähigkeit des Isolatorfußes und der Elektroden

### Elektrochemische Anforderungen

- Beständigkeit gegen Funkenerosion, Verbrennungsgase und -rückstände
- Vermeidung der Bildung von Ablagerungen auf dem Isolator

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

Die von Beru entwickelten und aus hochwertigen Materialien gefertigten Zündkerzen halten diesen extremen Anforderungen dauerhaft stand. Bereits bei der Motorenentwicklung arbeiten die Beru Ingenieure eng mit der Automobilindustrie zusammen, damit die Zündkerzen optimal auf die jeweiligen Voraussetzungen im Brennraum abgestimmt sind.

# Zündkerzen-Aufbau und -Typen

- 1 Anschluss für den Kerzenstecker (die Abb. zeigt einen neueren SAE-Anschluss, ältere Fahrzeuge sind mit M4-Anschlüssen ausgestattet). Leitet die Zündspannung an die Elektrode weiter.
- 2 In leitfähige Glasschmelze gasdicht eingeschlossener Stahlstift (Zündstift) als Verbindung zur Mittelelektrode.
- 3 Der Isolator besteht aus einer Aluminiumoxyd-Keramik und isoliert die Mittelelektrode bis 40.000 Volt gegen Masse.
- 4 Vernickelter Kerzenkörper wird im Wärmeschumpfverfahren gasdicht mit dem Isolator verbunden. Gewinde dient zur Befestigung der Kerze im Motorblock.
- 5 Unverlierbarer äußerer Dichttring zur Abdichtung und Wärmeabfuhr.
- 6 Elektrische Verbindung von Zündstift und Mittelelektrode. Bei entstörten (R-)Typen Widerstandsglasschmelze. Durch entsprechende Beimischungen kann die Glasschmelze mit einem definierten Widerstand ausgestattet werden, um Abbrandfestigkeit und Entstöreigenschaften zu gewährleisten.
- 7 Der Innendichttring stellt die gasdichte Verbindung zwischen Isolator und metallischem Körper her und dient der Wärmeableitung.
- 8 Die Mittelelektrode ist ein mit Nickel ummantelter Kupferkern (bei der neuesten Fahrzeuggeneration mit Platinspitze), der in den Isolator eingebettet ist.
- 9 Der Isolatorfuß ragt in den Brennraum. Er beeinflusst wesentlich den Wärmewert der Zündkerze.
- 10 Der Einführungsansatz erleichtert das Einschrauben der Kerze.
- 11 Der Atmungsraum beeinflusst das Selbstreinigungsverhalten.
- 12 Am Zündkerzen-Körper sind eine oder mehrere Masseelektroden angeschweißt, die mit der Mittelelektrode die Funkenstrecke bilden. Speziell entwickelte Nickel-Basis-Legierungen (bei der neuesten Fahrzeuggeneration mit Platinarmierung) erhöhen die Abbrandfestigkeit der Masseelektrode.

## Materialien

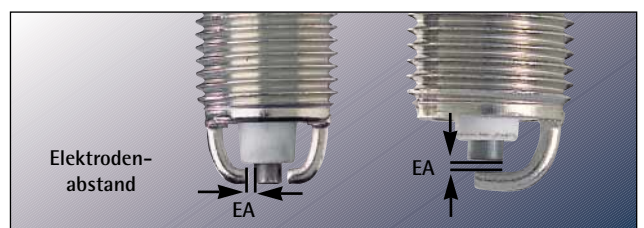
Um für die Vielzahl unterschiedlicher Motoren und Einsatzzwecke stets die optimale Zündkerze liefern zu können, bietet Beru eine ganze Palette von Zündkerzen an. Dabei werden für die Mittelelektroden ganz unterschiedliche Materialien verwendet. Sonderlegierungen auf Nickelbasis sowie Kupferkernelektroden zeichnen sich durch gute Wärmeableitung und hohe Korrosionsfestigkeit aus. Silber hat eine noch höhere Wärmeleitfähigkeit. Platin bietet optimale Abbrandfestigkeit und verlängert daher die Wechselintervalle. Ebenso wichtig ist die Masselektrode: Ihre Geometrie beeinflusst unter anderem Gemischzugänglichkeit, Verschleiß, Wärmeableitung und Zündspannungsbedarf. Je nach Brennraumform kann sie ganz verschieden gestaltet sein.

## Elektrodenabstand



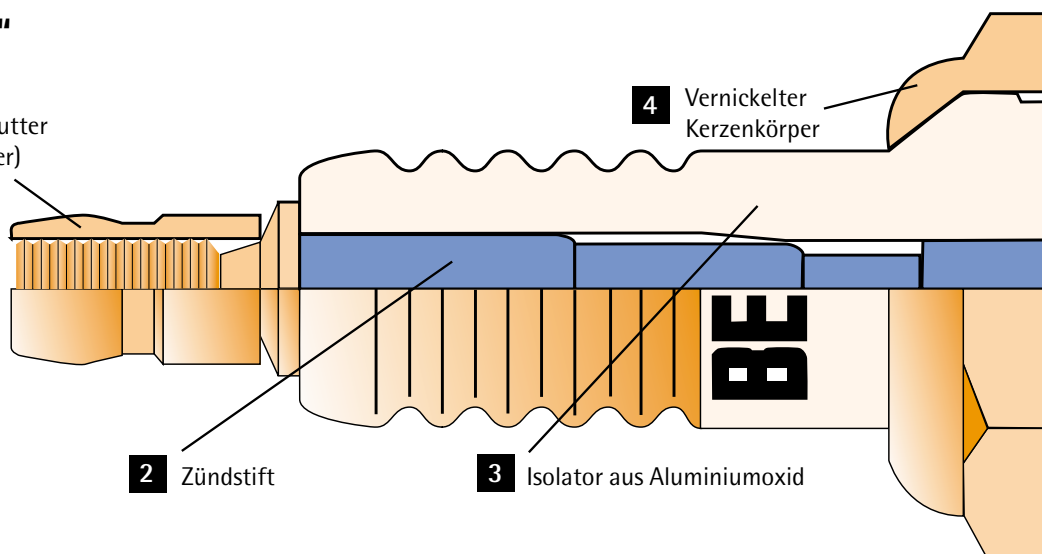
Den kürzesten Abstand zwischen Mittel- und Masselektrode(n) der Zündkerze nennt man Elektrodenabstand. Hier muss der Zündfunke überspringen. Der jeweils optimale Elektrodenabstand ist unter anderem abhängig vom Motor und wird in enger Zusammenarbeit mit dem Motoren- bzw. Fahrzeughersteller ermittelt. 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 (beispielsweise Ultra X, Luft-/Gleitfunkenteknik) das Nachstellen der Elektrodenabstände.



## „Die Zündkerze im Detail“

- 1 SAE-Anschlussmutter (Kabelsteckmutter)



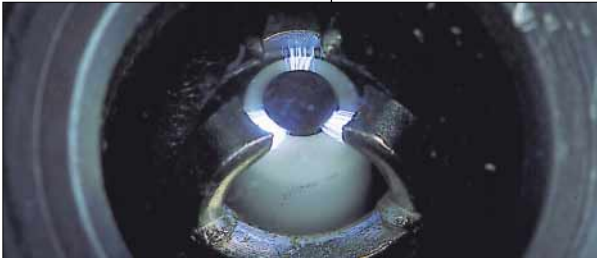
- 4 Vernickelter Kerzenkörper

- 2 Zündstift

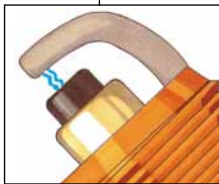
- 3 Isolator aus Aluminiumoxyd

## Funkenlage und Funkenstrecke

Funkenstrecke



Luftfunkenstrecke



Gleitfunkenstrecke



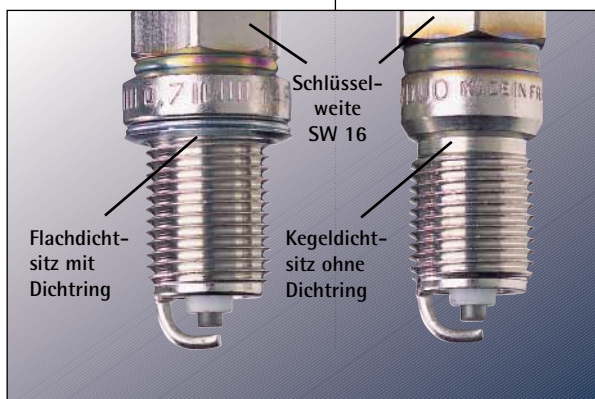
Zwei wesentliche Faktoren beeinflussen die Funktion der Zündkerze im Brennraum: die Funkenlage und die Funkenstrecke.

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 Masselektrode 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.

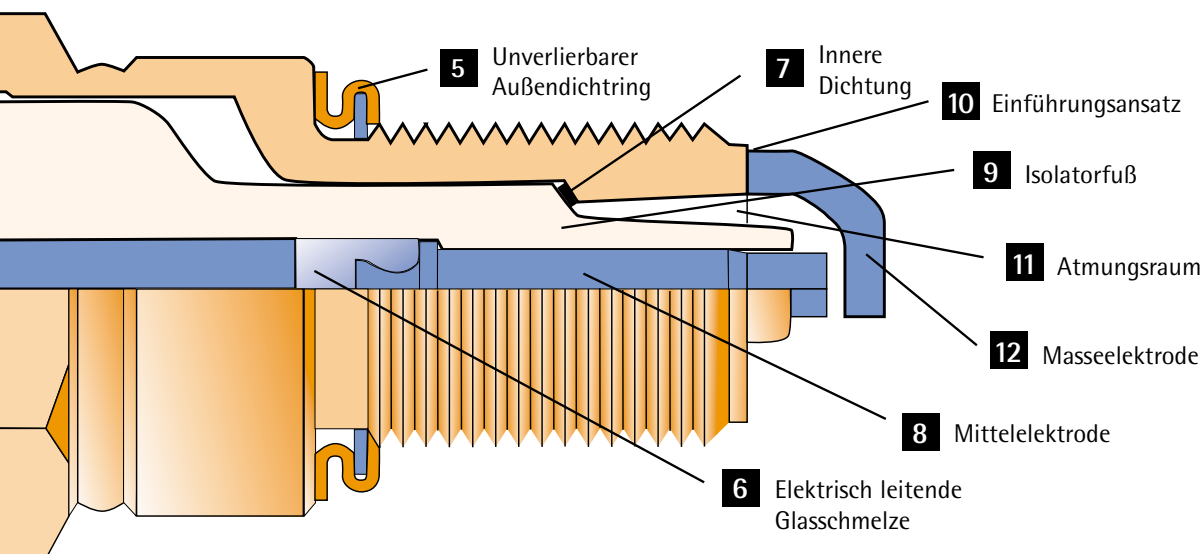
## Dichtsitz



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.

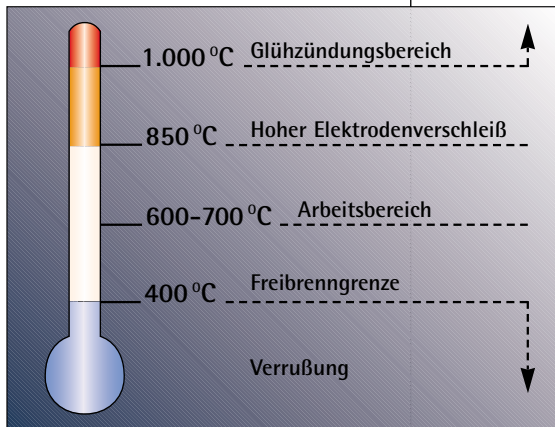
Bei beengten Einbauverhältnissen (z. B. Mehrventiler) werden häufig FineLine-Zündkerzen eingesetzt, die kleinere Schlüsselweiten und filigranere Abmessungen aufweisen.





# 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 entzündet 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.

## Einflüsse auf den Wärmewert

Je höher die Motorleistung, desto höher ist meist auch die Brennraumtemperatur. Darauf muss die Kerze abgestimmt sein. 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 aus dem Brennraum 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 mehr als 3.000 °C, die auch die Zündkerze selbst aufheizen. Über verschiedene Wärmeleitwege gibt die Zündkerze rund 80 Prozent dieser aufgenommenen Hitze nach außen ab. 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 Hitze nimmt das vorbeiströmende Kraftstoff-Luft-Gemisch auf und führt es ab.

Durch Verbundelektroden, zum Beispiel Ni-Elektroden mit Kupferkern, lässt sich die Wärmeabfuhr erheblich verbessern. Bei extrem weit in den Brennraum vorgezogenen Funkenlagen wird die Freibrenntemperatur durch spezielle Anpassung des Querschnitts und der wärmeaufnehmenden Oberfläche der Isolatorfußspitze schnell erreicht – und ein Abregeln der oberen Temperatur am Isolator unter 900 °C. Damit eignen sich so beschaffene Zündkerzen für Brennräume mit relativ niedrigen und auch für solche mit sehr hohen Temperaturen.



# Beru Zündkerzen-Programm

- **Beru Ultra X.**  
Das Programm  
für x-trem hohe  
Ansprüche.

x-trem straffes Sortiment  
x-trem hohe Marktabdeckung  
x-trem innovativ: Erstausrüster-  
Technologien

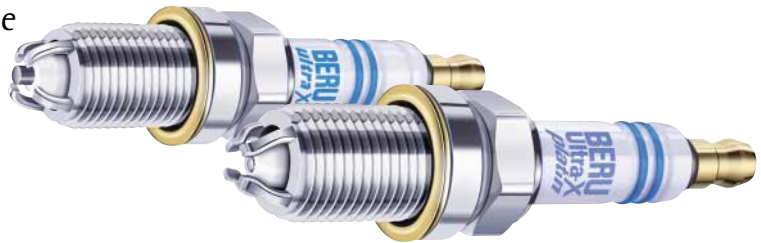


- **Beru Ultra –**  
die Entscheidung  
der Automobil-  
hersteller.

- **Sonder-Zündkerzen**



**6 Ultra X + 2 Ultra X Platin = 8 starke Typen  
für 93 % Marktabdeckung!**



## Beru Ultra X.

Die Zündkerzen-Innovation,  
die aktuelle Erstausrüster-  
Technologien vereint.

Die Zündkerzen-Innovation  
Ultra X wurde für die Auto-  
fahrer entwickelt, die von  
mehreren Erstausrüster-  
Technologien gleichzeitig  
profitieren wollen.

## Beru Ultra X Platin.

Die beste Ultra X.  
Für kompromisslos leistungsori-  
entiertere Autofahrer.

**Neu: Platin-Mittelelektrode**  
**Neu: Noch mehr Funkenwege**  
**Neu: Hörnerelektroden**  
**Neu: Duplex-Isolator**

Die Ultra X Platin ist konzipiert  
für die hohen Anforderungen der  
modernsten Motorgenerationen  
und bietet dem kompromisslos  
sportlichen und optimierungs-  
orientierten Autofahrer das  
aktive Plus an Leistung, Zünd-  
sicherheit und Zuverlässigkeit.



Hochqualitative Zündkerzen, wie sie vielfach in der Erst-  
ausrüstung verbaut werden – für die Vielzahl unterschied-  
licher Motoren und Einsatzzwecke.

- 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

Beru fertigt Spezial-Zündkerzen für unterschiedlichste  
Anwendungsfälle:

1. Kompakt-Zündkerzen für die besonders beengten  
Platzverhältnisse bei Motorsägen oder Rasenmähern
2. Vollabgeschirmte Zündkerzen mit Stahlmantel bei sehr  
hohen Ansprüchen an die Entstörung, zum Beispiel  
für Behördenfahrzeuge
3. Zündkerzen für Gasmotoren von gasbetriebenen  
Fahrzeugen und Stationärmotoren für Industrie-  
anwendungen
4. Mess-Zündkerzen speziell für Prüf- und Versuchs-  
motoren

# Tipps für die Werkstatt

## Zündkerzenprüfung

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



### Normal

**Geringer Elektrodenabbrand und ein grauweiß-graugelb bis rehbraun verfärbter Isolatorfuß: Motoreinstellungen sind in Ordnung, Wärmewert stimmt.**



### Verrußt

**Isolatorfuß, Elektroden und Zündkerzengehäuse mit samtartigem, schwarzem Ruß bedeckt.**

**Ursache:** Fehlerhafte Gemischeinstellung: Gemisch zu fett, Luftfilter stark verschmutzt, defekte Kaltstarteinrichtung. Überwiegender Einsatz im Kurzstreckenverkehr. Zündkerze zu kalt, Wärmewert-Kennzahl zu niedrig.

**Auswirkung:** Durch Kriechströme kommt es zu schlechtem Kaltstartverhalten und Zündaussetzern. So kann unverbrannter Kraftstoff in den Kat gelangen und diesen schädigen.

**Abhilfe:** Gemisch und Starteinrichtung richtig einstellen, Luftfilter prüfen.



### Verölt

**Isolatorfuß, Elektroden und Zündkerzengehäuse mit schwärzlichem Ölfilm überzogen.**

**Ursache:** Zu viel Öl im Verbrennungsraum, Ölstand ist zu hoch, stark verschlissene Kolbenringe, Zylinder und Ventilführungen.

**Auswirkung:** Zündaussetzer oder sogar Kurzschluss der Zündkerze, Totalausfall.

**Abhilfe:** Motor überholen, richtiges Kraftstoff-Öl-Gemisch, neue Original Beru Markenzündkerzen einbauen.



### Glasurbildung

**Isolatorfuß weist stellenweise braungelbe Glasur auf, die auch ins Grünliche gehen kann.**

**Ursache:** Zusätze im Benzin und Motoröl bilden ascheartige Ablagerungen.

**Auswirkung:** Unter zu plötzlicher Vollbelastung des Motors werden diese Ablagerungen verflüssigt und elektrisch leitfähig.

**Abhilfe:** Kraftstoffaufbereitung exakt einstellen, neue Original Beru Markenzündkerzen einbauen.



### Ablagerungen

**Starke Ablagerungen aus Öl- und Kraftstoffzusätzen auf dem Isolatorfuß und auf der Masselektrode. Schlackenähnliche Ablagerungen (Ölkohle).**

**Ursache:** Legierungsbestandteile, insbesondere aus Öl, können Rückstände bilden, die sich im Brennraum und auf der Zündkerze ablagern.

**Auswirkung:** Kann zu Glühzündungen mit Leistungsverlust und zu Motorschäden führen.

**Abhilfe:** Motoreinstellungen überprüfen. Neue Original Beru Markenzündkerzen einbauen, evtl. Ölsorte wechseln.



Das korrekte Anzugsdrehmoment ist wichtige Voraussetzung für eine einwandfreie Funktion der Zündkerze. Ein zu hohes Anzugsdrehmoment kann die Kerze beschädigen, ein zu niedriges hingegen bewirkt eine schlechte Dichtung und Wärmeableitung. Bei korrektem Anzugsdrehmoment liegt die Dichtungsstärke der Zündkerze zwischen 1,29 und 1,59 mm (siehe Tabelle, Angaben gelten für Kerzen mit M14-Gewinde).	Angewandtes Anzugsdrehmoment		Angewandtes Anzugsdrehmoment	
	Dichtungsstärke	Angewandtes Anzugsdrehmoment	Dichtungsstärke	Angewandtes Anzugsdrehmoment
	1,61 mm	10 Nm	1,22 mm	60 Nm
	1,59 mm	20 Nm	1,20 mm	70 Nm
	1,29 mm	30 Nm	1,19 mm	80 Nm
	1,25 mm	40 Nm	1,17 mm	90 Nm
	1,24 mm	50 Nm	1,15 mm	100 Nm



## Angeschmolzene Mittelelektrode

**Mittelelektrode angeschmolzen, blasige, schwammartige, erweichte Isolatorfußspitze.**

**Ursache:** Thermische Überlastung durch Glühzündungen, z. B. durch zu frühe Zündeneinstellung, Verbrennungsrückstände im Brennraum, defekte Ventile, schadhafte Zündverteiler, unzureichende Kraftstoffqualität, evtl. Wärmewert zu niedrig, Anzugsdrehmoment nicht beachtet.

**Auswirkungen:** Zündaussetzer, Leistungsverlust (Motorschaden).

**Abhilfe:** Motor, Zündung, Gemischaufbereitung, Anzugsmomente der Zündkerzen überprüfen. Neue Original Beru Markenzündkerzen mit richtigem Wärmewert einbauen.



## Isolatorfußbruch

**Ausbrüche am Isolatorfuß.**

**Ursache:** Mechanische Beschädigung bei unsachgemäßer Handhabung. Im Anfangsstadium häufig nur als Haarriss erkennbar. In Grenzfällen kann durch Ablagerungen zwischen Mittelelektrode und Isolatorfuß – besonders bei überlanger Betriebsdauer – der Isolator gesprengt werden. Klopfender Motorbetrieb.

**Auswirkung:** Zündaussetzer, Zündfunke springt an Stellen über, die durch Frischgemisch nicht sicher erreicht werden.

**Abhilfe:** Neue Original Beru Markenzündkerzen einbauen.



## Starker Verschleiß der Elektroden

**Mittel- und/oder Masselektrode weisen sichtbaren Materialverlust auf.**

**Ursache:** Aggressive Kraftstoff- und Ölzusätze. Ungünstige Strömungseinflüsse im Brennraum evtl. durch Ablagerungen. Motorklopfen, thermische Überlastung, falsche Zündkerze verbaut.

**Auswirkung:** Zündaussetzer, besonders beim Beschleunigen (Zündspannung für großen Elektrodenabstand nicht mehr ausreichend). Schlechtes Startverhalten.

**Abhilfe:** Neue Original Beru Markenzündkerzen einbauen.



## Angeschmolzene Elektroden

**Blumenkohlartiges Aussehen der Elektroden. Evtl. Niederschlag von kerzenfremden Materialien.**

**Ursache:** Thermische Überlastung durch Glühzündungen, z. B. durch zu frühe Zündeneinstellung, Verbrennungsrückstände im Brennraum, defekte Ventile, schadhafte Zündverteiler, unzureichende Kraftstoffqualität, nicht vorschriftsmäßig angezogene Zündkerze.

**Auswirkung:** Vor Totalausfall (Motorschaden) tritt Leistungsverlust auf.

**Abhilfe:** Motor, Zündung und Gemischaufbereitung prüfen, Anzugsmomente der Zündkerzen überprüfen. Neue Original Beru Markenzündkerzen einbauen.



## Zündkerzenstecker versprödet

**Ursache:** thermische Überlastung, alte Stecker.

**Auswirkung:** Zündaussetzer.

**Abhilfe:** Neue Original Beru Markenstecker und -zündkerzen einbauen, Isolatorhals mit Beru Steckerfett einfetten (siehe S. 12).



# Tipps für die Werkstatt

## ■ 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)
Glühzündungen	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 weitere Zündaussetzer



Unser Tipp für härteste Beanspruchung: **Beru Ultra X**

Die Luft-/Gleitfunkenkerze mit nickelummanteltem Kupferkern und 4 paarweise versetzten, in X-Form angeordneten Masselektroden bietet höchste Züandsicherheit: Der Funke hat bis zu 8 verschiedene Möglichkeiten, das Luft-Benzin-Gemisch zu entzünden!



Eine Ultra X-Zündkerze, ausgetauscht im Rahmen der Inspektion: Der Isolatorfuß ist frei von Ablagerungen, sowohl Masse- als auch Mittelelektrode weisen nur einen geringen Abbrand auf.


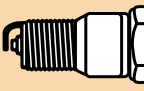
## Zündkerzen-Montage

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.

- Beim Ausbau ist darauf zu achten, dass kein Schmutz in den Brennraum gelangt. Deshalb Kerze erst um einige Gewindegänge lockern, Kerzenschacht mit Druckluft oder Pinsel reinigen, dann Kerze ganz herausschrauben.
- Isolator der Zündkerze dünn mit Beru Spezialfett bestreichen (Best. Nr. 0 890 300 029).
- Beim Einbau sollten Kerzengewinde und Zylinderkopfbohrung sauber sein. Bei Beru Zündkerzen macht eine Nickelbeschichtung des Kerzenkörpers ein Einfetten überflüssig. Auf das richtige Anziehdrehmoment (siehe Tabelle) achten.
- Achtung: Heruntergefallene Zündkerzen dürfen nicht mehr verwendet werden, denn auch unsichtbare Beschädigungen können Zündaussetzer oder gar Katalysatorschäden zur Folge haben.
- Zündkerzenstecker auf Verschleiß prüfen. Sind Versprödungen oder feinste Haarrisse zu erkennen, tauschen Sie die Stecker.

## Wichtig bei der Montage: das exakte Anzugsdrehmoment

Anziehmomente in Nm, Gewinde darf nicht gefettet sein

Flachdichtsitzkerzen:	Kerzengewinde	Zylinderkopf	
		Gusseisen	Leichtmetall
	M 12x1,25	15-25	15-20
	M 14x1,25	30-40	25-30
	M 18x1,5	30-45	20-35
Kegeldichtsitzkerzen:			
	M 14x1,25	15-25	12-20
	M 18x1,5	15-30	15-25

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 Zündzeitpunkt, zu eng eingestelltes Auslassventil, ungeeignete Kraftstoffqualität, Ablagerungen im Brennraum oder zu mageres Kraftstoffgemisch.

# Tipps für die Werkstatt

## Beru Montagehilfen



### Beru Zündkerzen-Montagehilfe ZMH 001 der verlängerte Arm des Mechanikers

**DAS PROBLEM** Im Motorraum herrscht zumeist drangvolle Enge. Beim Ein- und Ausschrauben der Zündkerze kann es nicht nur zu Verletzungen und Verbrennungen der Hand am Motor kommen – auch die Zündkerze kann durch Herunterfallen beschädigt werden.

**DIE LÖSUNG** Die Beru Zündkerzen-Montagehilfe aus Gummi arbeitet als „verlängerter Arm des Monteurs“: Sie hält die Zündkerze sicher fest und ermöglicht nach dem Lockern bzw. vor dem Anziehen der Zündkerze ein behutsames Ein- und Ausdrehen.

Artikel-Bezeichnung	Beru Kurz-Nr.	Beru Bestell-Nr.
Zündkerzen-Montagehilfe	ZMH 001	0 890 000 001

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



### Beru Zündkerzen-Montagehilfe ZMH 002 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.

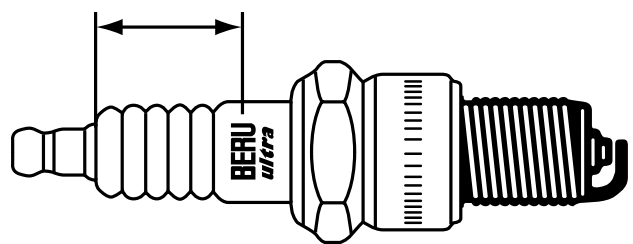
**DIE LÖSUNG** Das Beru Montagewerkzeug für den Einsatz bei nahezu allen Fahrzeugmodellen wird einfach in die 3/8"-Zündkerzenverlängerung eingesteckt und in den Zündkerzenschacht gedrückt. Der Zündkerzenschlüssel bleibt damit parallel zum Schacht und kann nicht verkantet werden.

Artikel-Bezeichnung	Beru Kurz-Nr.	Beru Bestell-Nr.
Zündkerzen-Montagehilfe	ZMH 002	0 890 000 002



Um einem Verbacken des Zündkerzensteckers mit dem Zündkerzenhals und damit beschädigten Dichtlippen vorzubeugen, empfehlen wir, den Zündkerzenisolator mit Spezial-Fett von Beru zu bestreichen. Damit wird auch die Überschlagsfestigkeit erhöht.

zu fettender Bereich



Artikel-Bezeichnung	Beru Kurz-Nr.	Beru Bestell-Nr.
Beru Spezialfett, Tube 10 g	ZKF 001	0 890 300 029



## Rückblick

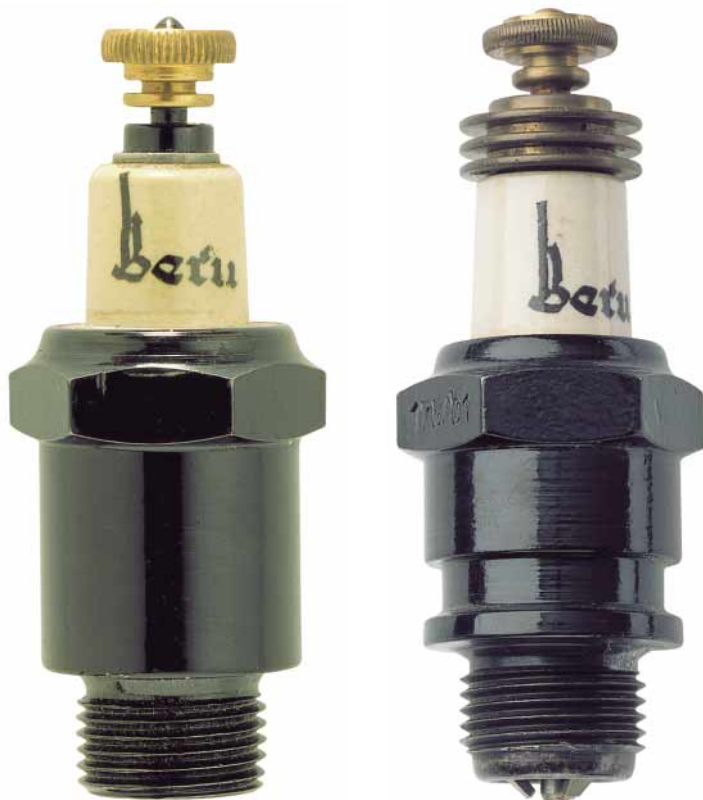
### Die Entwicklung der Zündkerze

Die Geschichte der Zündkerze ist länger als die des Automobils: 1860 ließ sich Jean Joseph Étienne Lenoir die Erfindung der Zündkerze für seinen Gasmotor patentieren. Die Neuzeit des Zündkerzenbaus begann nach der Jahrhundertwende mit der von Gottlob Honold erfundenen, batterielosen Hochspannungs-Magnetzündung. Die heute noch übliche Batteriezündung kam erst in den 20er-Jahren auf. Die Isolierkörper der ersten Zündkerzen waren aus Porzellan. Das sah gut aus, doch war das Material nicht widerstandsfähig genug – schon zu festes Anziehen ließ es brechen. Versuche mit anderen Materialien wie Speckstein, Zirkon, Sinterkorund oder Glimmer führten schließlich zum noch heute üblichen gepressten Isolierkörper aus Aluminiumoxyd-Granulat. Auch die Elektroden haben in Form und Materialwahl viele Veränderungen erlebt. Heute dominieren als Material Chrom-Nickel-Legierungen, Silber und Platin.

### Beru Historie

Im Jahr 1912 erhielt der 29-jährige schwäbische Erfinder Albert Ruprecht das Patent für seine „Ruprecht Kerze“. Ihr wesentlicher Fortschritt war die Gasabdichtung gegen den Kompressionsdruck. Mit dem Patent in der Tasche gründete Ruprecht seine eigene Firma: Beru. Die Betriebssicherheit der neuen Kerze war so groß, dass Beru rasch expandierte und bald zu den führenden Herstellern von Zündkerzen gehörte.

Zahlreiche weitere Patente und eine Produktionsausweitung machten Beru zum Experten für Kraftfahrzeugelektrik (Dieselkaltstart, Elektronik, Zündungstechnik, Sensorik, etc.). Standen anfangs vor allem Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit der Kerzen im Mittelpunkt des Interesses, so gilt heute im Zuge wachsenden Umweltbewusstseins das Augenmerk vermehrt der optimalen Gemischverbrennung. Nur sie sichert optimale Kraftstoffausnutzung bei geringsten Emissionen.

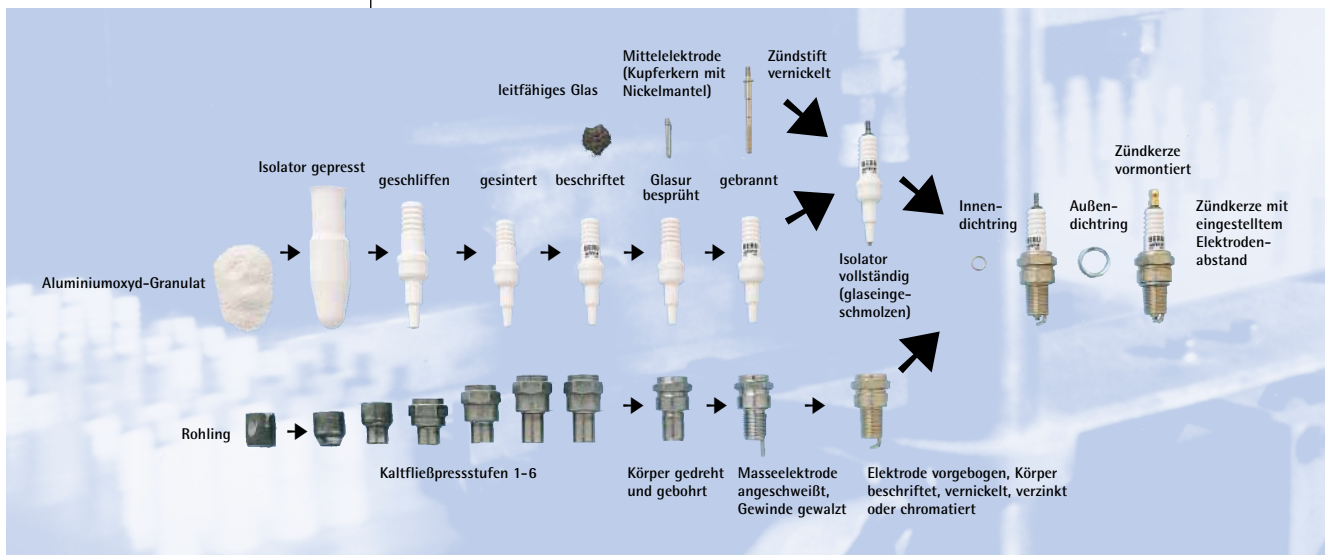


Links die „Ruprecht Zündkerze“, mit der die Geschichte des Unternehmens Beru 1912 begann, rechts die Specksteinzündkerze von 1920.

# Zündkerzen-Fertigung

## Vom Rohling zum Präzisionsteil

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



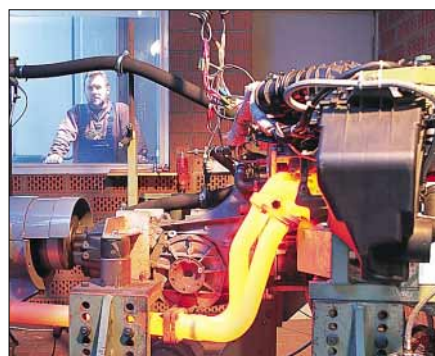
## Beru Hörtetests

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

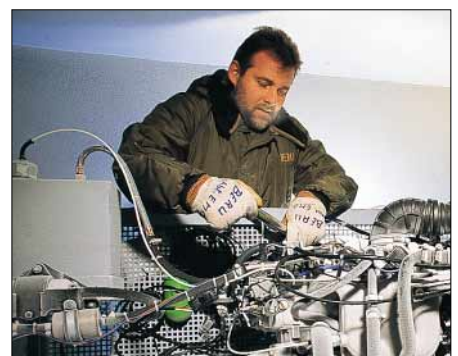
Zündkerzen sind Verschleißteile, die regelmäßig ausgewechselt werden müssen. Sonst droht die Gefahr unvollständiger Verbrennung. Dadurch wiederum steigen Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß stark an. Durch Zündaussetzer gelangt zudem unverbrannter Kraftstoff in den Katalysator, verbrennt dort nach 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.

Bedenkt man, dass je nach Zylinderzahl und Kerzentyp ein kompletter Kerzensatz schon ab rund 12 Euro zu haben ist, ein Katalysator austausch aber mit mindestens 800 Euro zu Buche schlägt, wird klar, wie wichtig die regelmäßige Zündkerzenkontrolle und der rechtzeitige Kerzenwechsel sind.

Generell gilt: Unabhängig von der Jahresfahrleistung sollten die Zündkerzen spätestens nach 2 Jahren ausgetauscht werden – zur Erhaltung der Motorleistung und zum Schutz des Katalysators.



Lebensdauererprobungs-Prüfstand



Blick in die Kältekammer im Beru Forschungs- und Entwicklungszentrum: Test des Kaltstartverhaltens in der Kältezelle bei  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



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

### ■ *Beru Qualitätsstandards*

Qualität ist das oberste Gebot, um im internationalen Wettbewerb zu bestehen. Die Werke der Beru Gruppe sind nach weltweit gültigen Qualitätsnormen wie zum Beispiel DIN ISO 9001:2000 zertifiziert. In Deutschland werden darüber hinaus die Anforderungen nach ISO/TS16949 und der DIN EN ISO 14001 erfüllt. Die Zertifikate werden regelmäßig erneuert und entsprechen dem jeweils aktuellsten Stand.

Rund zehn Prozent aller Beru Mitarbeiter sind im Bereich Qualitätssicherung tätig. Ein Grundsatz der Beru Qualitätsphilosophie 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.

### ■ *Beru Dienstleistungen*

Heute zählt Beru international zu den führenden Anbietern für Kfz-Elektrik. Als mittelständisches Unternehmen ist Beru 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 Beru Partner abgestimmt, sichern den Fahrzeugherstellern Produkte, die exakt auf ihre Bedürfnisse maßgeschneidert sind. Mehr und mehr bietet Beru deshalb komplette Systemlösungen statt einzelner Komponenten an.

Perfektion eingebaut

Perfo

Perfektion ein



BERU Aktiengesellschaft  
Mörikestraße 155  
D-71636 Ludwigsburg  
Telefon: ++49-7141-132-366  
Telefax: ++49-7141-132-760  
[www.beru.com](http://www.beru.com)