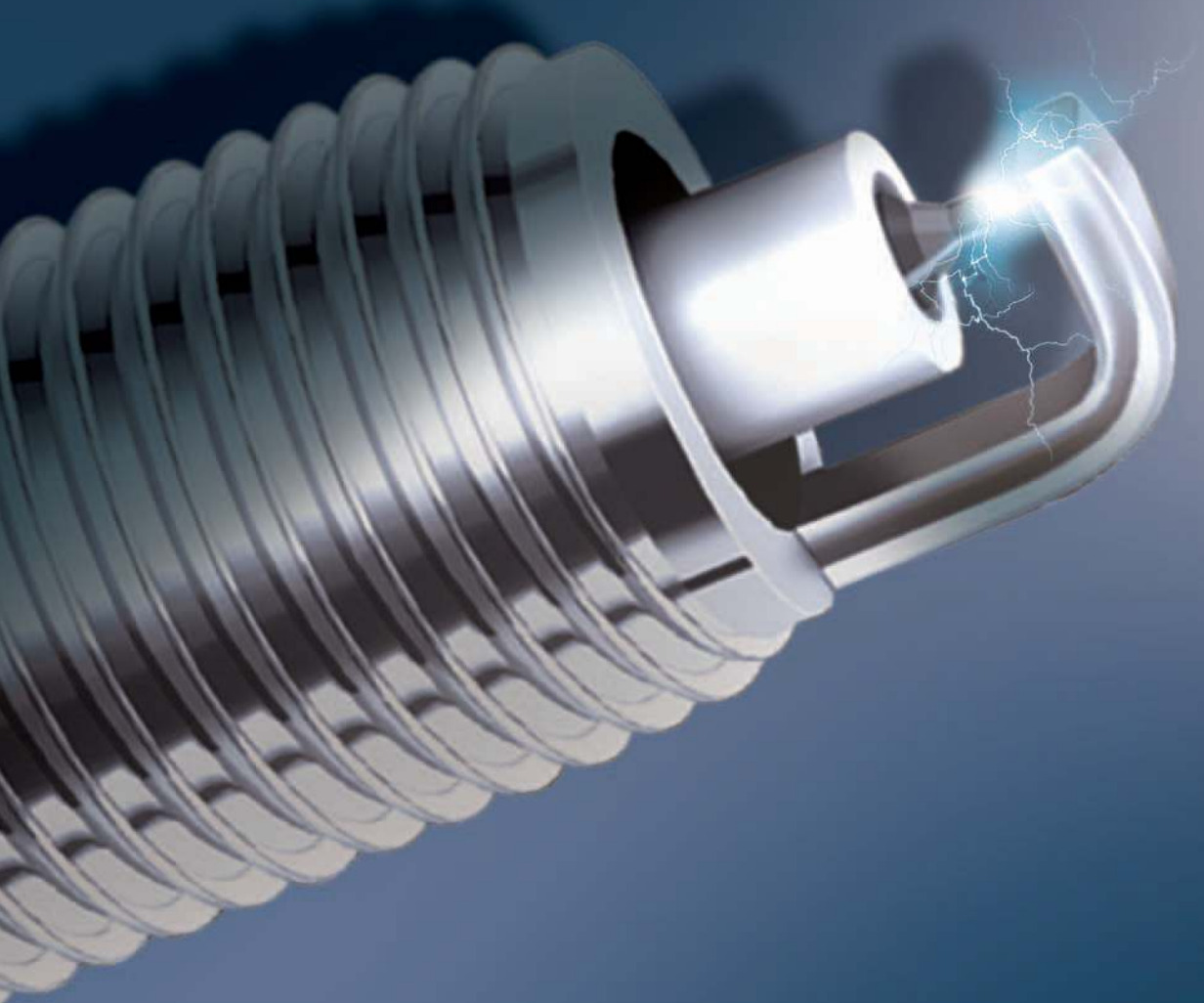
Tout sur les bougies d'allumage

Information technique N° 02



PERFEKTION EINGEBAUT
PERFECTION BUILT-IN
PERFEIÇÃO INTEGRADA

www.beru.com

BERU

La perfection intégrée

Table des matières

Moteur à allumage par étincelle 3

Mode de fonctionnement de la bougie d'allumage dans le moteur à allumage par étincelle 3
Exigences relatives à une bougie d'allumage moderne 3

Construction et types des bougies d'allumage 4

Matériaux 4
Ecartement des électrodes 4
La bougie d'allumage en détail 4
Position de l'éclateur et distance d'éclatement 5
Siège d'étanchéité 5

Degré thermique et conduction thermique 6

Degré thermique 6
Influences sur le degré thermique 6
Conduction thermique 6

Offre de bougies d'allumage BERU 7

BERU Ultra X. L'offre pour les exigences les plus extrêmes 7
BERU – le choix des constructeurs automobiles 7
Bougies d'allumage spéciales 7

Conseils pour l'atelier 8

Contrôle des bougies d'allumage 8/9
Défauts de fonctionnement et usure 10
Montage des bougies d'allumage 10
Aides de montage BERU 11

Avenir 12

L'avenir des bougies d'allumage 12
Exigences importantes pour les nouvelles générations de bougies d'allumage 12
Amélioration des caractéristiques céramiques 13
De nouvelles géométries pour les bougies d'allumage pour une durée de vie encore plus grande 13
Nouvelle réduction des tolérances de fabrication 13
Des systèmes de mesure et d'application des plus récents 14

Fabrication des bougies d'allumage 14

De l'ébauche à la pièce de précision 14
Tests de dureté BERU 15
Normes de qualité BERU 15
Services BERU 15

Les bougies d'allumage – le cœur du moteur

Facilité de démarrage, durée de vie, puissance, consommation et qualité des gaz d'échappement du moteur – ces importants paramètres sont influencés par la bougie. La partie déterminante pour le fonctionnement de la bougie se trouve dans la chambre de combustion du moteur, seules une partie de l'isolateur et la pièce de raccordement sont visibles de l'extérieur.

Pendant le fonctionnement, les bougies d'allumage doivent fournir des prestations de très haut niveau : Dans toutes les situations, elles doivent allumer de manière fiable, garantir des démarrages à froid corrects et un fonctionnement sans à-coups – même à pleine puissance – et apporter leur contribution à une combustion optimale et donc à faible émission de polluants.

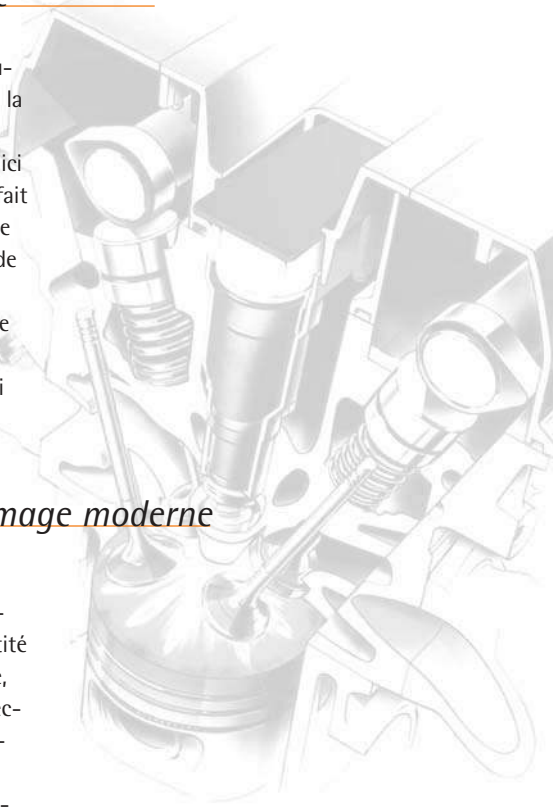
Ce faisant, la chambre de combustion peut atteindre des températures de 3 000 °C sous une pression de jusqu'à 50 bars. Viennent encore s'y ajouter des tensions d'allumage atteignant 40.000 volts. Les contraintes chimiques posent également des exigences élevées à la qualité. Il s'agit donc d'un travail de force extrême, que la bougie d'allumage doit fournir pendant des milliers de kilomètres.

Les bougies d'allumage BERU sont des pièces de précision hautement spécialisées, qui sont développées en fonction des prescriptions des constructeurs automobiles et sont fabriquées à l'aide d'installations modernes.

Le moteur à allumage par étincelle

Mode de fonctionnement de la bougie d'allumage dans le moteur à allumage par étincelle

Contrairement aux moteurs diesel, l'allumage des moteurs à allumage par étincelles doit être déclenché : lors de la compression, la combustion du mélange comprimé carburant-air est provoquée par une étincelle électrique. Le rôle de la bougie d'allumage est ici de générer cette étincelle. Elle se forme entre les électrodes du fait de la haute tension générée par la bobine d'allumage. Partant de l'étincelle, un front de flammes se déplace à travers l'ensemble de la chambre de combustion jusqu'à ce que le mélange soit brûlé. La chaleur libérée augmente la température et la pression monte rapidement dans le cylindre, ce qui pousse le piston vers la bas. Le mouvement est transmis via la bielle au vilebrequin – celui-ci entraîne le véhicule via l'accouplement et les essieux.



L'étincelle de la bougie d'allumage induit lors de la compression la combustion du mélange comprimé carburant-air.

Exigences relatives à une bougie d'allumage moderne

Afin que le moteur puisse tourner rond et fonctionner avec puissance et de manière non polluante, de nombreuses conditions doivent être remplies : le cylindre doit contenir la quantité nécessaire de mélange carburant-air de composition optimale, l'étincelle d'allumage à haute énergie doit sauter entre les électrodes à un moment exactement prédéfini. Les bougies d'allumage doivent ce faisant fournir des prestations de très haut niveau : entre quelque 500 et 3 500 fois par minute, elles doivent fournir une puissante étincelle d'allumage – également lorsque le moteur tourne pendant des heures à puissance maximale ou en cas de circulation intermittente. Même par –20 °C, elles doivent assurer que la température de service sera rapidement atteinte. Les bougies d'allumage de haut niveau assurent une combustion à faible émission de polluants et une utilisation optimale du carburant – sans ratés d'allumage pouvant conduire à ce que du carburant non brûlé parvienne dans le catalyseur et le détruise. Une bougie d'allumage moderne doit répondre aux conditions suivantes :

Exigences électriques

- Transmission fiable de la haute tension également pour des tensions d'allumage atteignant 40 000 volts
- Grande capacité d'isolation également pour des températures de 1 000 °C, évitant les décharges disruptives et les claquages

Exigences thermiques

- Résistance aux chocs thermiques (gaz d'échappement chauds – mélange aspiré froid)
- Bonne conductibilité thermique du pied de l'isolateur et des électrodes

Exigences mécaniques

- Fermeture étanche à la pression et aux gaz de la chambre de combustion, résistance aux pressions oscillantes jusqu'à env. 100 bars
- Résistance mécanique élevée pour un montage sûr

Exigences électrochimiques

- Résistance à électroérosion, aux gaz de combustion et aux résidus de combustion
- Eviter la formation de dépôts sur l'isolateur

Les bougies d'allumage développées par BERU et fabriquées à partir de matériaux de haute qualité résistant durablement à ces contraintes extrêmes. Déjà lors du développement du moteur, les ingénieurs de BERU collaborent étroitement avec l'industrie automobile afin que les bougies d'allumage soient adaptées de manière optimale aux conditions respectives rencontrées dans la chambre de combustion.

Construction et types des bougies d'allumage

Matériaux

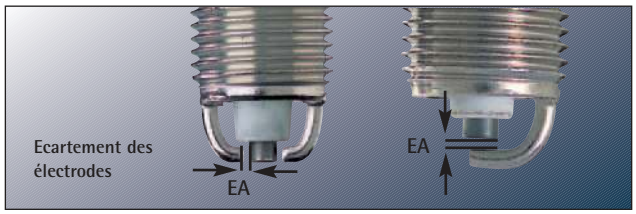
Afin de toujours pouvoir fournir la bougie d'allumage optimale pour la grande variété de moteurs et buts d'utilisation, BERU propose une large palette de bougies d'allumage. Ce faisant, on utilise des matériaux très différents pour l'électrode centrale. Des alliages spéciaux à base de nickel ainsi que des électrodes à noyau de cuivre se distinguent par une bonne évacuation de la chaleur et une résistance élevée à la corrosion. L'argent a une conductibilité thermique encore plus élevée. Le platine offre une résistance optimale à l'érosion et prolonge dès lors les intervalles de remplacement. L'électrode de masse est tout aussi importante : sa géométrie influence notamment l'accessibilité du mélange, l'usure, l'évacuation de la chaleur et la tension d'allumage nécessaire. Sa conception peut varier très fortement en fonction de la forme de la chambre de combustion.

Ecartement des électrodes



La plus petite distance entre l'électrode centrale et la ou les électrodes de masse de la bougie d'allumage est appelée écartement des électrodes. C'est cette distance que doit franchir l'étincelle d'allumage. L'écartement optimal des électrodes dépend notamment du moteur et est déterminé en étroite collaboration avec le constructeur du moteur et le constructeur du véhicule. La plus haute précision est importante en ce qui concerne le respect de l'écartement des électrodes, un écartement incorrect pouvant fortement détériorer le fonctionnement de la bougie et donc les performances du moteur. Si l'écartement des électrodes est trop faible, ceci peut avoir pour conséquence une inflammation insuffisante, un ralenti irrégulier et de mauvaises caractéristiques des gaz d'échappement.

- Un écartement trop grand des électrodes peut conduire à des ratés d'allumage.
- Pour les bougies à plusieurs électrodes, le réglage de l'écartement des électrodes devient superflu en raison de la position de l'éclateur (par exemple Ultra X, technique de l'étincelle dans l'air/étincelle glissante).



1 Raccordement pour l'embout de bougie (la figure montre un nouveau raccord SAE, les véhicules plus anciens sont équipés de raccords M4). Transmet la tension d'allumage à l'électrode.

2 Tige d'acier (broche de contact) noyée de manière étanche aux gaz dans du ciment à base de verre conducteur, servant de liaison avec l'électrode centrale.

3 L'isolateur est constitué d'une céramique d'oxyde d'aluminium et isole l'électrode centrale jusqu'à 40.000 volts par rapport à la masse.

4 Le corps de bougie nickelé est relié de manière étanche aux gaz à l'isolateur par un procédé de sertissage à chaud. Le filetage sert à la fixation de la bougie dans le bloc moteur.

5 Bague d'étanchéité extérieure imperdable servant à l'étanchement et à l'évacuation de la chaleur.

6 Connexion électrique de la broche de contact et de l'électrode centrale. Pour les types déparasités (R), ciment à base de verre résistif. L'ajout d'impuretés appropriées permet de conférer au ciment à base de verre une résistance définie afin de garantir la résistance à l'érosion et les caractéristiques de déparasitage.

7 La bague d'étanchéité intérieure assure la liaison étanche aux gaz entre l'isolateur et le corps métallique et sert à l'évacuation de la chaleur.

8 L'électrode centrale est un noyau de cuivre entouré de nickel (pour la dernière génération de véhicules avec pointe en platine) qui est noyé dans l'isolateur.

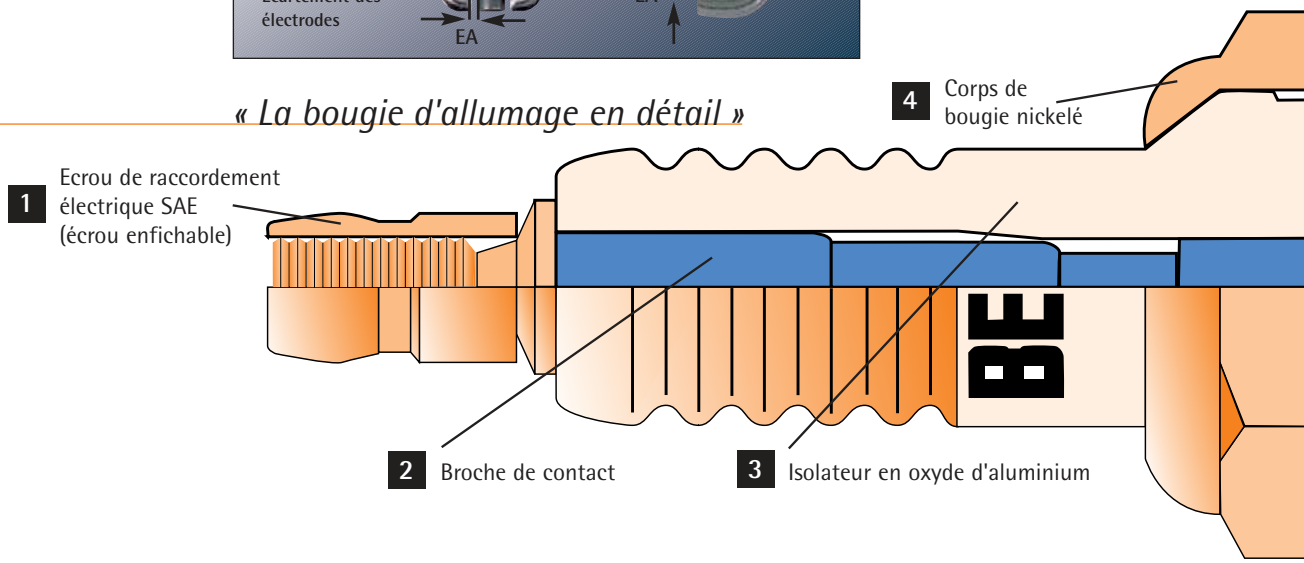
9 Le pied de l'isolateur dépasse dans la chambre de combustion. Il influence considérablement le degré thermique de la bougie d'allumage.

10 L'épaulement d'introduction facilite le vissage de la bougie.

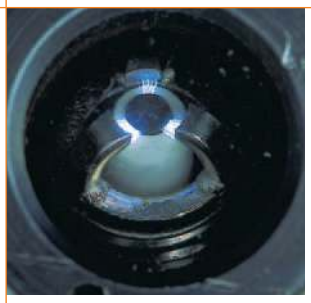
11 L'espace de respiration influence le comportement autonettoyant.

12 Une ou plusieurs électrodes de masse sont soudées sur le corps de la bougie d'allumage et définissent la distance d'éclatement avec l'électrode centrale. Des alliages à base de nickel spécialement développés (pour la dernière génération de véhicules avec blindage en platine) augmentent la résistance à l'érosion de l'électrode de masse.

« La bougie d'allumage en détail »



Construction et types des bougies d'allumage



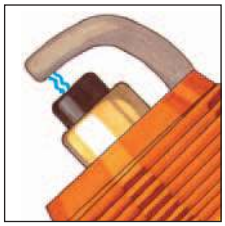
Distance d'éclatement

Position de l'éclateur et distance d'éclatement

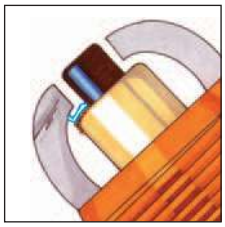
Deux facteurs essentiels influencent le fonctionnement de la bougie d'allumage dans la chambre de combustion : la position de l'éclateur et la distance d'éclatement. On appelle position de l'éclateur la géométrie définie par les concepteurs du moteur qui détermine dans quelle mesure la distance d'éclatement pénètre dans la chambre de combustion. Pour la distance d'éclatement, on fait la distinction entre :

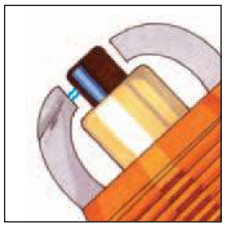
- Distance d'éclatement dans l'air : chemin que l'étincelle parcourt entre les électrodes pour allumer le mélange carburant-air dans la chambre de combustion.
- Distance d'éclatement glissante : chemin que l'étincelle parcourt lorsqu'elle glisse d'abord sur la surface de la pointe de l'isolateur pour sauter ensuite vers l'électrode de masse. Au cours de ce trajet, elle brûle des dépôts et résidus de combustion gênants.
- Distance d'éclatement et de glissement : chemins que l'étincelle peut parcourir dans l'air et sur l'isolateur. La combinaison de distances d'éclatement et de glissement indépendantes l'une de l'autre permet de réduire l'érosion des électrodes, ce qui conduit à un allongement sensible de la durée de vie des bougies d'allumage.

Distance d'éclatement dans l'air



Distance d'éclatement glissante



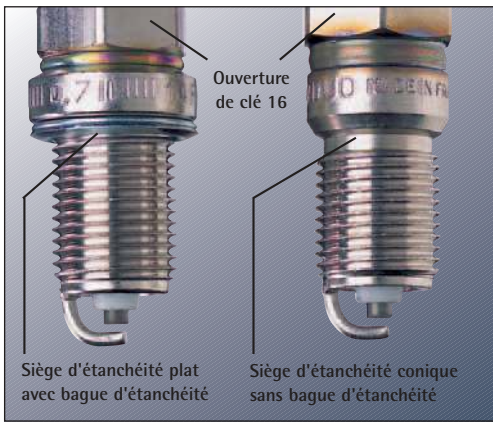


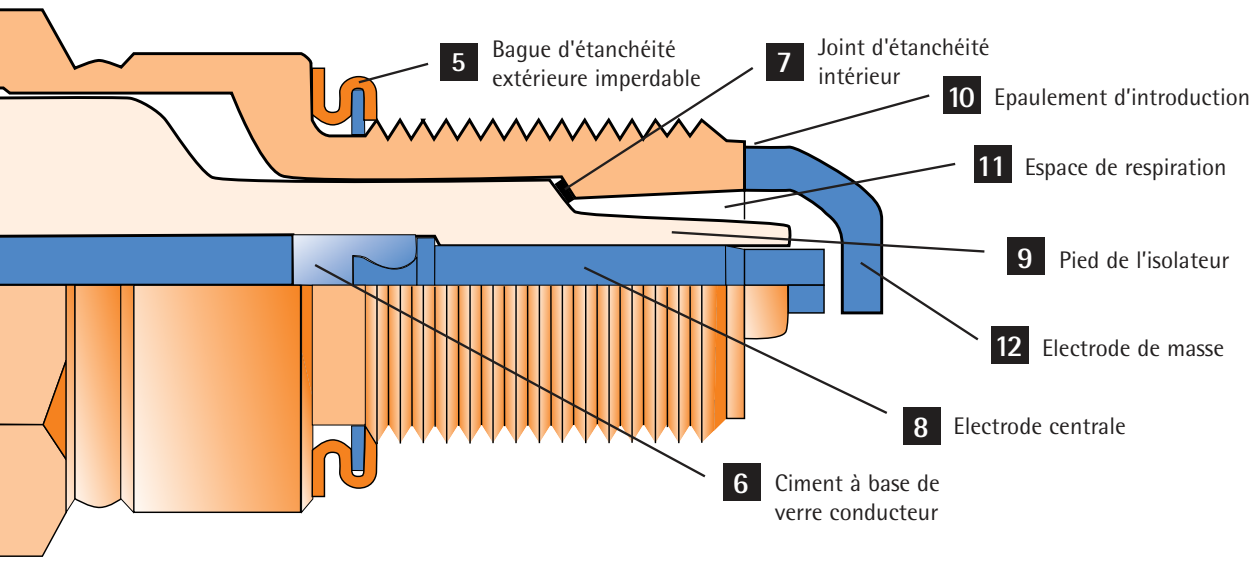
Siège d'étanchéité

La bougie d'allumage doit être vissée de manière étanche aux gaz dans la culasse. Selon le type de construction du moteur, on distingue deux types d'étanchéité :

- Siège d'étanchéité plat ou plan : Une bague d'étanchéité extérieure imperdable assure l'étanchéité avec le corps de bougie.
- Siège d'étanchéité conique : La surface conique du corps de bougie assure l'étanchéité sur une surface d'appui de forme appropriée de la culasse.

En cas de manque de place (p. ex. moteurs multisoupapes), on utilise souvent des bougies FineLine ayant des diamètres de filet plus petits et des dimensions filigranes.



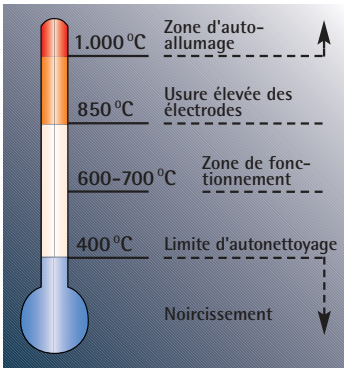


Degré thermique et conduction thermique

Degré thermique

Le degré thermique est une mesure du dimensionnement thermique d'une bougie d'allumage. Il donne la capacité de charge thermique maximale qui s'établit au niveau de la bougie d'allumage à l'équilibre entre l'absorption et l'évacuation de chaleur. Lors de la sélection d'une bougie d'allumage, le degré thermique doit être exactement respecté :

- Si le chiffre caractéristique du degré thermique est trop élevé (par exemple 9), la bougie ne peut pas évacuer suffisamment vite la chaleur formée. Ceci conduit à des auto-allumages ; cela signifie que ce n'est pas l'étincelle d'allumage, mais la bougie trop chaude qui enflamme le mélange.
- Si le chiffre caractéristique du degré thermique est trop bas (par exemple 5), la température nécessaire à l'autonettoyage de la bougie n'est pas atteinte pour les bas régimes du moteur. Conséquence : ratés d'allumage, consommation plus élevée et émissions de polluants accrues.



Influences sur le degré thermique

Plus la puissance du moteur est élevée, plus généralement la température de combustion est également élevée. La bougie doit y être adaptée. La taille du pied de l'isolateur influence de manière déterminante l'absorption de chaleur, l'évacuation de la chaleur se fait via le pied de l'isolateur, l'électrode centrale et le joint d'étanchéité intérieur vers le corps de bougie et la culasse.

- Les bougies d'allumage avec pied d'isolateur long absorbent plus de chaleur venant de la chambre de combustion. Comme elles ne peuvent évacuer que peu de chaleur sur le long trajet jusqu'au corps de bougie, on les appelle bougies chaudes.
- Les bougies d'allumage avec pied d'isolateur court absorbent moins de chaleur. Comme elles peuvent évacuer beaucoup de chaleur sur le court trajet jusqu'au corps de bougie, on les appelle bougies froides.

Chemins de conduction thermique d'une bougie d'allumage



Conduction thermique

Lors de la combustion dans le cylindre, il apparaît brièvement des températures de plus de 3.000 °C, qui peuvent également échauffer la bougie même. Via divers chemins de conduction thermique, la bougie d'allumage évacue quelque 80 pour cent de la chaleur absorbée vers l'extérieur. La plus grande partie de la chaleur est transmise directement à la culasse par le filet de la bougie. Pour cette raison, la bougie d'allumage doit toujours être vissée avec le couple de serrage correct.
Lors de son passage, le mélange carburant-air n'emporte et n'évacue que quelque 20 pour cent de la chaleur. Des électrodes composites, par exemple des électrodes en Ni avec noyau de cuivre, permettent d'améliorer fortement l'évacuation de la chaleur. Pour les positions de l'éclateur pénétrant de manière extrême dans la chambre de combustion, la température d'autonettoyage est rapidement atteinte par une adaptation spéciale de la section et de la surface d'absorption de la chaleur de la pointe du pied de l'isolateur – ainsi qu'un abaissement de la température supérieure à l'isolateur en dessous de 900 °C. De telles bougies d'allumage conviennent ainsi pour les chambres de combustion à températures relativement basses ainsi que pour celles à températures très élevées.

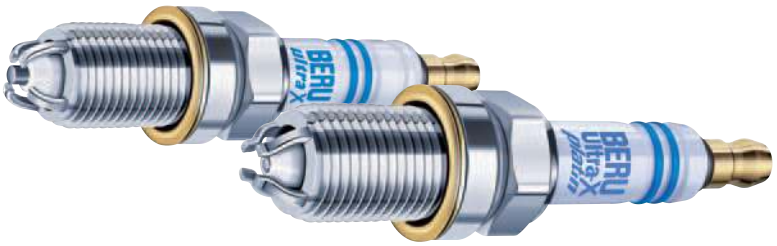
Offre de bougies d'allumage BERU

BERU Ultra X. L'offre pour les exigences les plus extrêmes

Assortiment x-trêmement tendu
Couverture du marché x-trêmement élevée
Innovation x-trême :
Technologies de première monte

6 ULTRA X + 2 ULTRA X PLATIN = 8 TYPES PUISSANTS COUVRANT 93 % DU MARCHE !





BERU Ultra X.

L'innovation en matière de bougies d'allumage réunissant les technologies actuelles de première monte.

La bougie d'allumage innovante Ultra X a été développée pour les automobilistes qui veulent profiter simultanément de plusieurs technologies de première monte.

BERU Ultra X Platin.

La meilleure Ultra X. Pour les automobilistes orientés sur les performances sans compromis.

Nouveau : Electrode centrale en platine
Nouveau : Encore plus de chemins d'étincelle
Nouveau : électrodes à cornes
Nouveau : isolateur duplex

La bougie Ultra X Platin est conçue pour les exigences élevées des générations de moteur les plus récentes et offre aux automobilistes sportifs et orientés sur les performances sans compromis un plus actif en matière de puissance, de sécurité d'allumage et de fiabilité.

BERU – le choix des constructeurs automobiles



BERU Ultra.

BERU Bi-Hex.

Des bougies d'allumage de haute qualité, telles qu'elles sont montées lors de la première monte – pour la grande variété de moteurs et buts d'utilisation différents.

- Combustion à faible émission de polluants : économise l'essence et protège le catalyseur
- Allumage sûr également à basse température
- Longue durée de vie, durée d'utilisation élevée
- Matériaux éprouvés : électrode centrale à deux matériaux avec noyau de cuivre enrobé de nickel
- Technologie douze millimètres avec une ouverture de clé de 14
- Diamètre du filetage réduit
- Pas à visser 26,5 millimètres
- Sûreté d'allumage grâce à la décharge Corona

Bougies d'allumage spéciales

BERU fabrique des bougies d'allumage spéciales pour les cas d'application les plus divers :

1. Bougies d'allumage compactes lorsque la place est comptée dans les tronçonneuses ou tondeuses à gazon
2. Bougies d'allumage entièrement blindées avec enveloppe d'acier pour les exigences de déparasitage très élevées, par exemple pour les véhicules officiels
3. Bougies d'allumage pour véhicules avec moteur à gaz et moteurs stationnaires pour applications industrielles
4. Bougies d'allumage de mesure pour moteurs de tests et d'essai



Conseils pour l'atelier

Contrôle des bougies d'allumage



Le contrôle visuel de la bougie d'allumage fait apparaître les dommages les plus variables. Voici une vue d'ensemble avec description des causes, des effets et des remèdes possibles :

NORMAL (1)

Faible érosion de l'électrode et coloration gris-blanc ou gris-jaune à brun-fauve du pied de l'isolateur : les réglages du moteur sont en ordre, le degré thermique est correct.



ENCRASSEE (2)

Le pied de l'isolateur, les électrodes et le culot de bougie sont recouverts de suie noire d'aspect soyeux.
Cause : réglage incorrect du mélange : mélange trop gras, filtre à air fortement encrassé, dispositif de démarrage à froid défectueux. Utilisation principalement sur trajets courts. Bougie d'allumage trop froide, le coefficient de degré thermique est trop faible.
Effet : des courants de fuite provoquent un mauvais comportement de démarrage à froid et des ratés d'allumage. Le carburant non brûlé peut arriver au catalyseur et le détériorer.
Remède : régler correctement le mélange et le démarreur, contrôler le filtre à air.



HUILEUSE (3)

Le pied de l'isolateur, les électrodes et le culot de bougie sont recouverts d'un film huileux noir.
Cause : trop d'huile dans la chambre de combustion, le niveau d'huile est trop élevé, segments de piston, cylindres et guides de soupapes fortement usés.
Effet : ratés d'allumage ou même court-circuit de la bougie, panne totale.
Remède : réviser le moteur, mélange carburant-air correct, monter de nouvelles bougies de qualité BERU d'origine.



FORMATION D'EMAIL (4)

Le pied de l'isolateur présente par endroits un émaillage brun-jaune, qui peut également tirer au vert.
Cause : des additifs dans l'essence et l'huile moteur forment des dépôts cendreux.
Effet : en cas de montée brutale à plein régime du moteur, ces dépôts sont liquéfiés et deviennent électriquement conducteurs.
Remède : régler avec précision la préparation du mélange, monter des bougies de qualité BERU d'origine.



DEPOTS (5)

Dépôts importants d'additifs pour huile et carburant sur le pied de l'isolateur et l'électrode de masse. Dépôts similaires à la scorie (calamine).
Cause : des composants d'alliage, en particulier huileux, peuvent former des résidus qui se déposent dans la chambre de combustion et sur la bougie.
Effet : peut provoquer de l'auto-allumage avec perte de puissance et à une panne de moteur.
Remède : Vérifier les réglages du moteur. Monter des bougies neuves de qualité BERU d'origine et éventuellement changer de type d'huile.

Conseils pour l'atelier



ELECTRODES CENTRALES FONDUES (6)

L'électrode centrale présente un début de fusion, la pointe du pied de l'isolateur présente des bulles et a une apparence spongieuse, ramollie.
Cause : surcharge thermique par auto-allumage, p. ex. réglage trop précoce de l'allumage, résidus de combustion dans la chambre de combustion, soupapes défectueuses, allumeur défectueux, qualité de carburant insuffisante, éventuellement chaleur trop faible, couple de serrage non respecté.
Effet : ratés d'allumage, perte de puissance (panne de moteur).
Remède : contrôler le moteur, l'allumage, la préparation du mélange, les couples de serrage des bougies d'allumage. Monter des bougies neuves de qualité BERU d'origine de degré thermique correct.



RUPTURE DU PIED DE L'ISOLATEUR (7)

Creux au pied de l'isolateur.
Cause : détérioration mécanique en cas de manipulation inappropriée. Au début, souvent uniquement reconnaissables sous forme de microfissures. Dans des cas limites, des dépôts entre l'électrode centrale et le pied de l'isolateur – en particulier en cas de durée de service excessive – peuvent provoquer l'éclatement de l'isolateur. Cliquetis.
Effet : ratés d'allumage, l'étincelle d'allumage saute à des endroits que le mélange frais n'atteindrait pas avec certitude.
Remède : monter des bougies neuves de qualité BERU d'origine.



FORTE USURE DES ELECTRODES (8)

L'électrode centrale et/ou l'électrode de masse présentent une perte visible de matière.
Cause : additifs agressifs d'huile ou de carburant. Influences d'écoulement défavorables dans la chambre de combustion éventuellement à cause de dépôts. Cliquetis, surcharge thermique, bougie d'allumage incorrecte.
Effet : ratés d'allumage, en particulier lors des accélérations (tension d'allumage insuffisante pour un grand écartement des électrodes). Mauvais comportement au démarrage.
Remède : monter des bougies neuves de qualité BERU d'origine.



ELECTRODES FONDUES (9)

Apparence de chou-fleur des électrodes. Evt dépôt de matériaux ne faisant pas partie de la bougie.
Cause : surcharge thermique par auto-allumage, p. ex. réglage trop précoce de l'allumage, résidus de combustion dans la chambre de combustion, soupapes défectueuses, allumeur défectueux, qualité de carburant insuffisante, bougie non serrée conformément au couple.
Effet : perte de puissance avant la panne totale (de moteur).
Remède : contrôler le moteur, l'allumage et la préparation du mélange ainsi que les couples de serrage des bougies d'allumage. Monter des bougies neuves de qualité BERU d'origine.



CONNECTEUR DE BOUGIE FRAGILISE (10)

Cause : surcharge thermique, connecteur vieilli.
Effet : ratés d'allumage.
Remède : monter des connecteurs et bougies neufs de qualité BERU d'origine, graisser le col de l'isolateur à l'aide de graisse pour connecteurs BERU (voir p. 11).

Le couple de serrage correct est une condition importante pour un fonctionnement correct de la bougie d'allumage. Un couple de serrage trop élevé peut endommager la bougie, couple de serrage trop faible provoque par contre un mauvais étanchement et une perte de chaleur. Pour le couple de serrage correct, l'épaisseur du joint d'étanchéité de la bougie se situe entre 1,29 et 1,59 mm (voir tableau, les indications sont valables pour des bougies avec filetage M14).

Epaisseur du joint d'étanchéité	Couple de serrage appliqué
1,61 mm	10 Nm
1,59 mm	20 Nm
1,29 mm	30 Nm
1,25 mm	40 Nm
1,24 mm	50 Nm
1,22 mm	60 Nm
1,20 mm	70 Nm
1,19 mm	80 Nm
1,17 mm	90 Nm
1,15 mm	100 Nm



Conseils pour l'atelier

Défauts de fonctionnement et usure



La surcharge, un carburant de mauvaise qualité, un choix incorrect de la bougie et la circulation intermittente sont quelques-uns des facteurs qui peuvent conduire à des défauts de fonctionnement des bougies d'allumage. Voici une courte check-list qui vous aidera à reconnaître ces défauts :

Symptôme	Cause	Dommages consécutifs possibles
Electroérosion, corrosion	Surcharge thermique Carburant incorrect ou de mauvaise qualité Degré thermique incorrect	Electrodes fondues Auto-allumage Ratés d'allumage (du fait d'un écartement trop grand des électrodes)
Auto-allumage	Résidus dans la chambre de combustion Soupapes défectueuses Bougies de degré thermique incorrect Carburant d'indice d'octane trop faible	Piston endommagé Soupape endommagée Bougie endommagée
Combustion détonante (cliquetis)	Carburant d'indice d'octane trop faible Point d'allumage incorrect Compression trop élevée	Une montée incontrôlée de la pression et de la température peut conduire à des dommages des pistons et des bougies
Ratés d'allumage	Connecteur de bougie défectueux, vieilli, non étanche	Eclatements d'étincelles sur l'isolateur Ratés d'allumage supplémentaires

Notre conseil pour les contraintes les plus sévères :
BERU Ultra X

La bougie d'éclatement et de glissement avec noyau de cuivre enrobé de nickel et 4 électrodes de masse disposées en X, décalées deux à deux, offre une sécurité d'allumage maximale : L'étincelle a jusqu'à 8 possibilités différentes d'allumer le mélange air-essence !



Une bougie d'allumage Ultra X, remplacée dans le cadre de l'inspection : Le pied de l'isolateur est exempt de dépôts, tant l'électrode de masse que l'électrode centrale ne présentent qu'une faible érosion.

Montage des bougies d'allumage

Comme les bougies d'allumage sont conçues pour des moteurs déterminés, on doit toujours utiliser les bougies correctes – un degré thermique ou un écartement des électrodes incorrect ainsi qu'une longueur de filetage incorrecte peuvent conduire à une diminution de la puissance du moteur ou même à une détérioration du moteur et/ou du catalyseur. Un démontage et montage soigneux sont tout aussi indispensables.

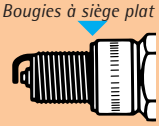
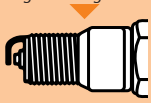
- Lors du démontage, on doit veiller à ne pas introduire de saleté dans la chambre de combustion. Pour cette raison, toujours desserrer la bougie de quelques tours, nettoyer le fût de la bougie à l'air comprimé ou avec un pinceau, puis dévisser entièrement la bougie.
- Enduire l'isolateur de la bougie d'une fine couche de graisse spéciale BERU (référence 0 890 300 029).
- Lors du démontage, les filetages de la bougie et de la culasse doivent être propres. Pour les bougies BERU, le graissage est superflu grâce au revêtement de nickel du corps de bougie. Veiller au couple de serrage correct (voir tableau).
- Attention : les bougies d'allumage tombées par terre ne peuvent plus être utilisées, même des détériorations invisibles peuvent en effet provoquer des ratés d'allumage ou des dommages au catalyseur.
- Vérifier l'usure des connecteurs de bougie. Si des fragilisations ou des microfissures sont perceptibles, remplacer les connecteurs.

Conseils pour l'atelier

IMPORTANT LORS DU MONTAGE : LE COUPLE DE SERRAGE EXACT

En cas d'érosion extrême ou de fusion de l'électrode centrale malgré un couple de serrage correct, la cause en est très probablement une combustion incontrôlée (p. ex. auto-allumage ou cliquetis à grande vitesse). Causes possibles : point d'allumage incorrect, soupape d'échappement trop serrée, qualité de carburant inappropriée, dépôts dans la chambre de combustion ou mélange air-carburant trop maigre.

Couples de serrage en **Nm**, le filetage ne peut **pas** être graissé

	Filet de la bougie	Culasse	
Bougies à siège plat :		*Fonte*	*Métal léger*
	M 12x1,25	15-25	15-20
	M 14x1,25	30-40	25-30
	M 18x1,5	30-45	20-35
Bougies à siège conique :			
	M 14x1,25	15-25	12-20
	M 18x1,5	15-30	15-25

Aides de montage BERU

Pour le changement simple et sûr de bougies d'allumage sans coincement de la clé et sans fissure de l'isolateur, nous recommandons l'utilisation d'un outillage spécial.

AIDES DE MONTAGE DES BOUGIES D'ALLUMAGE BERU ZMH 001 le prolongement du bras du mécanicien

LE PROBLEME La place est souvent ce qui manque le plus dans le compartiment moteur. Lors du vissage et du dévissage de la bougie d'allumage, il y a non seulement risque de blessure et de brûlure de la main sur le moteur – la bougie d'allumage peut également tomber et être endommagée.

LA SOLUTION L'aide de montage en caoutchouc pour bougies d'allumage BERU sert de « prolongement au bras du monteur » : elle retient la bougie d'allumage de manière sûre et permet le vissage et le dévissage en douceur avant le serrage et après le desserrage.



Réf.	BERU Réf. abrégée	BERU Réf. de commande
Aide de montage des bougies d'allumage	ZMH 001	0 890 000 001

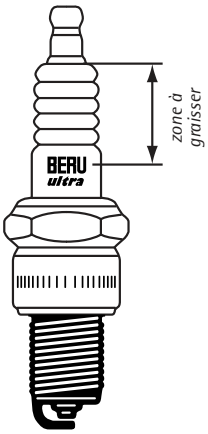
AIDE DE MONTAGE DES BOUGIES D'ALLUMAGE BERU ZMH 002 changement sûr des bougies d'allumage sans coincement

LE PROBLEME Du fait de l'ouverture relativement grande du logement de la bougie, le risque existe lors du montage et du démontage de bougies d'allumage avec un prolongateur que la clé à bougie soit guidée en oblique et provoque un bris de l'isolateur de la bougie. La conséquence : Des ratés d'allumage du fait de décharges disruptives au niveau de l'isolateur fêlé de la bougie peuvent détruire le catalyseur.

LA SOLUTION L'outil de montage BERU utilisable avec presque tous les modèles de véhicules s'enfiche simplement dans le prolongateur de bougie de 3/8" et se pousse dans le logement de la bougie. La clé à bougie reste ainsi parallèle au logement et ne peut pas se mettre de travers.



Réf.	BERU Réf. abrégée	BERU Réf. de commande
Aide de montage des bougies d'allumage	ZMH 002	0 890 000 002



GRAISSE SPECIALE BERU ZKF 001

Afin de prévenir une cuisson du connecteur de bougie avec le col de la bougie et la détérioration des lèvres d'étanchéité en découlant, nous recommandons d'enduire l'isolateur de la bougie de graisse spéciale BERU. Ceci augmente également la résistance aux décharges disruptives.

Réf.	BERU Réf. abrégée	BERU Réf. de commande
Graisse spéciale BERU, Tube 10 g	ZKF 001	0 890 300 029



1 | Appliquez la graisse pour connecteurs de bougies d'allumage BERU avant le vissage des bougies d'allumage directement sur les connecteurs, afin de les protéger contre toute fragilisation et claquages sous haute tension.



2 | Traces de claquages sous haute tension

Avenir

L'avenir des bougies d'allumage

Lors du développement des moteurs à essence modernes, les tendances au niveau technique révèlent des procédés de combustion modifiés et des moteurs plus petits, suralimentés. Les ingénieurs BERU développent des bougies d'allumage optimales en étroite collaboration avec les fabricants automobiles internationaux.



En étroite collaboration avec les constructeurs automobiles internationaux, les ingénieurs BERU développent des concepts de bougies d'allumage innovateurs pour les moteurs à allumage par étincelles modernes.

Moins de consommation, émissions plus faibles, plus de plaisir à conduire : c'est ce qui visent les tendances au niveau technique du développement des moteurs à allumage par étincelles. Si les moteurs atmosphériques avec une injection à collecteur d'aspiration et les catalyseurs régulés à trois voies ont longtemps dominé, les constructeurs automobiles se trouvent actuellement dans une phase de revirement sérieuse. Les connaissances actuelles techniques mettent en oeuvre une variabilité partielle dans l'entraînement des soupapes par des modulateurs de phase ou par une commande de la course des soupapes ainsi qu'une injection directe avec une combustion avec déflection d'air ou avec guidage le long de la paroi. La toute nouvelle génération des systèmes d'injection avec un injecteur à commande piézoélectrique augmente la plage du fonctionnement du moteur plus pauvre, avec une admission non réduite, ce qui doit permettre de garantir la réduction requise de la consommation et des émissions.

Il en résulte de nouvelles exigences pour les bougies d'allumage :

- des formes de construction plus petites
- des électrodes de masse positionnées
- des positions de l'éclateur plus exactes et une
- résistance diélectrique et mécanique supérieure de la céramique des bougies d'allumage

Exigences importantes pour les nouvelles générations de bougies d'allumage

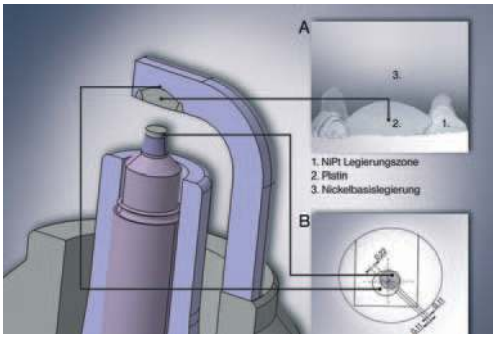
En raison des nouveaux systèmes à injection directe, la bougie d'allumage dispose de moins de place dans la culasse dans les moteurs à allumage par étincelles. Il est alors nécessaire de disposer d'un pas à visser prolongé et/ou d'une géométrie modifiée de la bougie d'allumage. Les bougies d'allumage M12 sont de plus en plus utilisées, par rapport aux bougies d'allumage M14 traditionnelles, elles doivent se contenter d'une épaisseur de paroi en céramique réduite. Les exigences opposées – des épaisseurs de paroi plus petites sur l'isolateur et un besoin plus important en tension – rendent nécessaires de nouveaux développements en matière de matériaux, géométrie et procédés.

La « Downsizing » avec suralimentation (ou micromisation) est une autre tendance de l'évolution des moteurs à essence modernes. Conséquence de l'intensité de charge accrue : un besoin en tension d'allumage nécessaire plus élevé qui définit à son tour des exigences plus importantes envers les caractéristiques diélectriques et mécaniques de la céramique des bougies d'allumage.

Avenir

Amélioration des caractéristiques céramiques

Une céramique à base d'oxyde d'aluminium a fait ses preuves en tant que matériau d'isolation pour les bougies d'allumage des véhicules ; en effet, ce matériau satisfait aux exigences électriques et mécaniques sur le plan de la résistance au claquage, même avec des températures jusqu'à 1 000 °C. La grandeur principale caractérisant les caractéristiques de la céramique actuelle est sa porosité résiduelle. Afin de réduire nettement celle-ci et d'améliorer davantage en conséquence la résistance au claquage et la résistance mécanique des bougies d'allumage, les développeurs BERU ont effectué entre autres des modifications des agrégats.



Les électrodes à base de nickel des bougies d'allumage BERU Highend sont dotées de métal noble avec une oxydation stabilisée (ex. : platine). A l'aide d'un processus de soudage au laser spécial, BERU fournit une composition extrêmement durable des deux matériaux (A). Un recouvrement des surfaces en métal noble sur l'électrode centrale et l'électrode de masse au minimum de 92 % (B) permet des prestations de fonctionnement extrêmement élevées.

De nouvelles géométries pour les bougies d'allumage pour une durée de vie encore plus grande

Les constructeurs automobiles veulent obtenir actuellement pour les bougies d'allumage M12 comme pour les bougies M14 une durée de vie de 60 000 à 100 000 kilomètres. La hausse du besoin en tension électrique doit ce faisant être la plus faible possible en raison de l'usure sur la distance d'éclatement des bougies d'allumage. Pour cela, le développement de nouvelles géométries des électrodes, de nouveaux matériaux et processus étaient indispensables. Avec les bougies d'allumage dotées d'électrodes avec un alliage au nickel, le mécanisme d'usure est déterminé principalement par l'oxydation. Il convient d'obtenir en conséquence des alliages au nickel avec une couche d'oxydation stable, durable. Avec les bougies d'allumage, dont les électrodes sont pourvues d'un métal noble (ex. : platine) avec une oxydation stabilisée, une composition durable du métal noble doit être garantie sur les électrodes à base de nickel des bougies d'allumage.

Nouvelle réduction des tolérances de fabrication

Des électrodes d'allumage fabriquées précisément avec des électrodes de masse positionnables sont essentielles pour obtenir un allumage sûr avec les moteurs à allumage par étincelles dotés d'une injection directe guidée par faisceau. Ceci requiert des conditions de soufflage définies pour la distance d'éclatement et aussi une diminution des tolérances d'affectation de l'injecteur et de la bougie d'allumage avec un lieu d'allumage à faible tolérance. Grâce à une optimisation des processus de fabrication et à l'utilisation de bagues d'étanchéité intérieures d'épaisseur différente, BERU est capable de restreindre les tolérances de la position de l'éclateur de manière à ce que la position de la distance d'éclatement soit assurée avec une exactitude de ±0,2 mm.

Le positionnement défini de l'électrode de masse est aussi important que le lieu d'allumage exact afin que la formation du mélange ne soit pas gênée. Le positionnement exact de l'électrode de masse requiert une entrée définie du pas dans la culasse. En alignant, réglant et positionnant la masse au moyen d'un système de mesure optique, BERU atteint ici une tolérance de ±15°.

Avenir

Des systèmes de mesure et d'application des plus récents

Le développement des bougies d'allumage spécifiques aux moteurs requiert une collaboration étroite des constructeurs automobiles et des fournisseurs des bougies. A cette fin, il est indispensable de disposer de possibilités techniques optimales pour déterminer :

- le degré thermique approprié,
- les températures des électrodes,
- le besoin en tension d'allumage nécessaire,
- l'offre en tension d'allumage nécessaire,
- le comportement de démarrage à froid optimal des bougies d'allumage.

BERU a développé pour tous les secteurs une technique de mesure spéciale qui est aussi disponible comme système d'application mobile. La vérification des caractéristiques de démarrage à froid des bougies d'allumage peut être effectuée dans le centre de recherche et de développement à Ludwigsburg selon un cycle de contrôle défini dans le véhicule au sein d'une cellule frigorifique avec un banc d'essai à rouleaux.



Les caractéristiques de démarrage à froid des bougies d'allumage sont testées sur le banc d'essai à deux axes dans le centre de recherche et de développement BERU à Ludwigsburg.

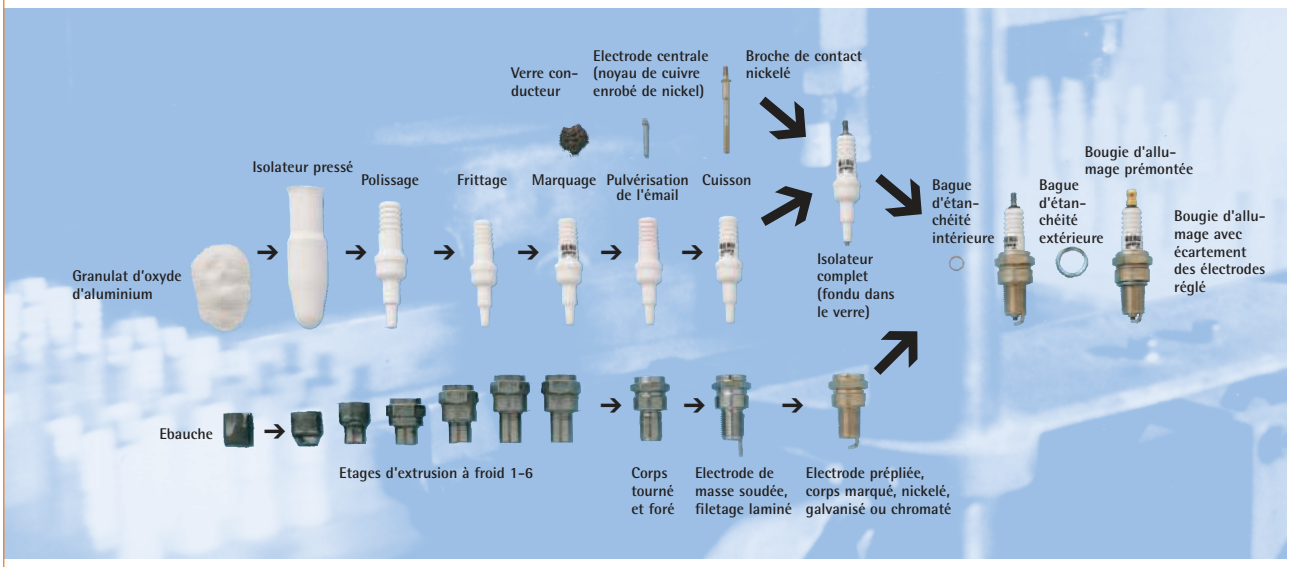
Fabrication des bougies d'allumage

De l'ébauche à la pièce de précision

Les bougies de qualité d'origine BERU sont fabriquées dans des usines propres sur des installations de fabrication commandées par ordinateur – de la préparation de la céramique pour la fabrication des isolateurs en oxyde d'aluminium de haute qualité jusqu'au montage de la bague d'étanchéité extérieure.



Contrôle d'isolateur sous 40 000 volts : Sur banc d'essai, les bougies d'allumage BERU doivent faire preuve de leur fiabilité avant le lancement de la fabrication en série.



Fabrication des bougies d'allumage

Tests de dureté BERU

Que ce soit par circulation intermittente ou sur longs trajets d'autoroute, par un froid de canard ou sous la chaleur estivale – une bougie d'allumage BERU doit toujours fonctionner. Afin de répondre aux exigences de qualité élevées, les bougies d'allumage BERU sont soumises à différents tests lors du développement et après la production.

Normes de qualité BERU

La qualité est la condition numéro un pour faire face à la concurrence internationale. Les usines du groupe BERU sont certifiées selon des normes de qualité valables dans le monde entier telles que par exemple DIN ISO 9001:2000. En Allemagne, elles respectent en outre les exigences selon ISO/TS16949 et la norme DIN EN ISO 14001. Les certificats sont régulièrement renouvelés et sont conformes à la version la plus récente.

Quelque dix pour cent de tous les collaborateurs de BERU sont actifs dans le domaine de l'assurance qualité. Un principe de la philosophie de qualité de BERU est : surveillance de la production plutôt que contrôle du produit. La qualité doit en effet être fabriquée et non pas contrôlée. Ce faisant, BERU mise sur des collaborateurs qualifiés et des procédés ultra modernes, assistés par ordinateur. Seuls eux garantissent que les caractéristiques promises au client seront également respectées de manière fiable pour chaque bougie. Cependant, l'assurance qualité commence déjà au moment de la sélection de nos propres fournisseurs et matériaux : des partenaires fiables et les meilleures matières premières sont des conditions de base pour une qualité sans compromis.

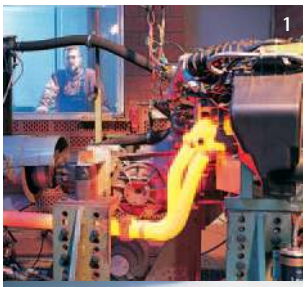
Services de BERU

BERU fait partie au niveau international des principaux fournisseurs de matériel électrique automobile. En tant qu'entreprise de taille moyenne, BERU est flexible et capable de réagir rapidement lorsqu'il s'agit de transposer dans la pratique les souhaits des clients. Quelque 150 développeurs et concepteurs travaillent à l'optimisation permanente des produits existants et au développement d'innovations – en contact étroit avec les fabricants de véhicules et de moteurs. Des applications spéciales, spécialement adaptées aux partenaires de BERU, assurent aux constructeurs de véhicules des produits qui sont taillés sur mesure pour leurs besoins. De plus en plus, BERU propose pour cette raison des solutions système complètes au lieu de composants individuels.

Les bougies d'allumage sont des pièces d'usure qui doivent être régulièrement remplacées. Sinon, il y a risque de combustion incomplète. La consommation de carburant et les émissions de polluants augmentent alors fortement. Suite à des ratés d'allumage, du carburant imbrûlé parvient en outre dans le catalyseur, y est brûlé et chauffe le support de catalyseur. Si les ratés d'allumage se multiplient, le catalyseur peut être entièrement détruit – et les émissions de polluants peuvent être décuplées : Le contrôle des effluents gazeux prescrit légalement ne peut alors plus être satisfait.

Si on considère qu'un jeu complet de bougies est déjà disponible à partir de 12 euros en fonction du nombre de cylindres et du type de bougie, qu'un remplacement de catalyseur coûte cependant au moins 800 euros, on voit clairement l'importance d'un contrôle régulier des bougies et de les remplacer en temps utile.

De manière générale, on a : Indépendamment du kilométrage annuel, les bougies d'allumage devraient être remplacées au plus tard tous les 2 ans – afin de préserver la puissance du moteur et de protéger le catalyseur.


1


2

1 | **Banc d'essai pour test de durabilité**

2 | **Regard sur la chambre froide du centre de recherche et de développement de BERU : Test du comportement de démarrage à froid dans la cellule frigorifique à -30 °C.**

Printed in Germany · 5.07.07 · Bestell-Nr. 5 001 006 001



BERU AG
Mörikestraße 155
71636 Ludwigsburg
Tel: +49-7141-132-366
Fax: +49-7141-132-760
E-Mail: info@beru.de
www.beru.com

BERU