

- BERU Ultra
- BERU Ultra X Titan
- BERU Platin

Alles over bougies

Technische
informatie
nr. 02



Inhoudsopgave

De motor met vonkontsteking 3

De functie van een bougie	3
Eisen die aan een moderne bougie worden gesteld	3

Ontwerp en typen bougies 4

Materialen	4
Elektrodenafstand	4
De bougie in detail	4
Positie en afstand van de vonk	5
Afdichting van de zitting	5

Warmtegraad en warmtegeleiding 6

Warmtegraad / invloeden	6
Warmtegeleiding	6

BERU-assortiment bougies 7

BERU Ultra X Titan. Het assortiment voor X-treme eisen	7
BERU Ultra – de keuze van autofabrikanten	7
Speciale bougies	7

Tips voor de werkplaats 8

Bougiecontroles	8/9
Storingen en slijtage	10
Montage van bougies	10
BERU (de)montagehulpmiddelen	11

De toekomst 12

De toekomst van de bougie	12
Hoge eisen, gesteld aan de nieuwe generatie bougies	12
Nieuwe bougieontwerpen voor een nóg langere levensduur	13
Nieuwe hoogspanningsconnector voor hogere weerstand tegen vonkoverslag	13
Hoogfrequente ontstekings technologie: de oplossing voor de toekomst	13
De meest recente meet- en toepassings systemen	14

Productie van bougies 14

Van uitgangsmateriaal tot precisiecomponent	14
BERU-duurzaamheidstests	15
Hoogste kwaliteitsnormen	15
BERU-services	15

Startkenmerken, levensduur, prestaties, brandstofverbruik en emissies – al deze cruciale motorparameters worden door de bougies beïnvloed. Het functionele deel van de bougie zit verborgen binnen de verbrandingskamer van de motor. Van buitenaf zijn slechts een deel van de isolator en aansluiting zichtbaar.

Tijdens gebruik wordt er heel veel van een bougie verwacht: onder alle omstandigheden moeten ze een vonk voortbrengen, ze moeten zorgen voor een succesvolle koude start en overslaan van de motor voorkomen, zelfs onder extreme omstandigheden. Bougies leveren dus hun bijdrage aan een optimale verbranding, met lage emissies.

Ze moeten bestand zijn tegen temperaturen in de verbrandingskamer die kunnen oplopen tot 3.000 °C en een druk tot 100 bar. Ze worden blootgesteld aan ontsteekspanningen tot 40.000 volt, met kortstondige stroompieken tot 300 A. Ook chemische invloeden stellen hoge eisen aan de kwaliteit. Het is dus extreem zwaar werk dat de bougie vele duizenden kilometers lang moet leveren.

Bougies van BERU zijn speciaal voor hun bijzondere taak ontwikkelde precisiecomponenten, ontwikkeld om te voldoen aan de specificaties van voertuigfabrikanten en geproduceerd op moderne productielijnen.

De motor met vonkontsteking

De functie van een bougie

In tegenstelling tot dieselmotoren, verloopt de ontsteking van benzinemotoren niet vanzelf: tijdens de compressieslag wordt de verbranding van het gecompriëerde brandstof/luchtmengsel geactiveerd door een elektrische vonk die door de bougie wordt geproduceerd. Het is de taak van de bougie om deze vonk te genereren. De vonk, die wordt gecreëerd door de hoge spanning die door de bobine wordt geproduceerd, springt tussen de elektroden. Een vlamfront verspreidt zich vanuit de vonk en vult de verbrandingskamer totdat het mengsel is verbrand. De vrijkomende warmte verhoogt de temperatuur, de druk in de cilinder wordt snel opgebouwd en de zuiger wordt met kracht omlaag bewogen (arbeidsslag). De verplaatsing wordt via de drijfstang naar de krukas overgebracht. Vervolgens wordt het voertuig aangedreven via de koppeling, de versnellingen en de assen.



Eisen die aan een moderne bougie worden gesteld

Om te zorgen dat de motor soepel, krachtig en op een milieuvriendelijke manier loopt, moet aan een aantal vereisten worden voldaan: de exact juiste hoeveelheid lucht/brandstofmengsel moet in de cilinder aanwezig zijn en de hoogenergetische ontstekingsvonk moet precies op het vooraf bepaalde moment tussen de elektroden verspringen. Hiertoe moeten bougies voldoen aan de hoogste prestatie-eisen. Ze moeten tussen ongeveer 500 en 3.500 keer per minuut (bij een 4-taktmotor) een krachtige ontstekingsvonk leveren, zelfs wanneer er urenlang met een hoog toerental wordt gereden of juist in de stad met veel start-stop verkeer. Ook bij -20 °C moeten ze een volledig betrouwbare ontsteking garanderen. Hightech bougies dragen bij aan verbranding met weinig emissies en een optimale brandstofefficiency, zonder overslaan. Een overslaande motor kan tot gevolg hebben dat er onverbrande brandstof in de katalysator terecht komt, die daarvoor stuk gaat. Een moderne bougie moet aan de volgende eisen voldoen:

De vonk van de bougie activeert de verbranding van het gecompriëerde lucht/brandstofmengsel tijdens de compressieslag

Elektrische vereisten

- Betrouwbare doorgifte van hoogspanning, zelfs bij ontsteekspanningen tot 40.000 volt
- Goede isolatie-eigenschappen, zelfs bij temperaturen van 1000 °C, preventie van stroombogen en overslag

Thermische vereisten

- Weerstand tegen thermische schokken (hete uitlaatgassen, koud inlaatmengsel)
- Goede warmtegeleiding bij de isolatorneus en elektroden

Mechanische vereisten

- Drukvaste en gasdichte afsluiting van de verbrandingskamer, weerstand tegen wisselende drukken tot ongeveer 100 bar
- Hoge mechanische sterkte voor betrouwbare montage

Elektrochemische vereisten

- Weerstand tegen erosie ter plekke van de vonk, tegen verbrandingsgassen en verbrandingsresten
- Voorkomen van opbouw van afzettingen op de isolator

BERU-bougies zijn ontworpen en worden vervaardigd met behulp van hoogwaardige materialen die ervoor zorgen dat de bougies aan deze extreme vereisten voldoen. Zelfs tijdens de ontwikkeling van een motor werken BERU-ingenieurs nauw samen met de motorproducent om ervoor te zorgen dat de bougies precies zijn afgestemd op de specifieke omstandigheden in de verbrandingskamer.

Ontwerp en typen bougies

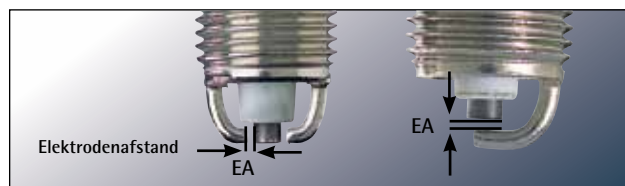
Materialen

BERU biedt een groot assortiment bougies, zodat er altijd een optimale bougie beschikbaar is voor de vele verschillende soorten motoren en toepassingen. Voor de centrale elektroden worden diverse materialen gebruikt. Speciale legeringen op basis van nikkel en een koperen kern geven elektrodes een goede thermische geleiding en een hoge weerstand tegen corrosie. Zilver heeft zelfs nog een hogere thermische geleidbaarheid. Platina en iridium bieden een uitstekende weerstand tegen erosie. Deze materialen verlengen dus de tijd voordat de bougies moeten worden vervangen. Het ontwerp van de massa-elektrode is net zo belangrijk. De geometrie ervan oefent onder meer invloed uit op de toegankelijkheid van het mengsel, slijtage, warmteafvoer en de benodigde spanning bij ontsteking. Titanium, platina en iridium bieden een lange levensduur, bij dezelfde elektrodenafstand.

Elektrodenafstand

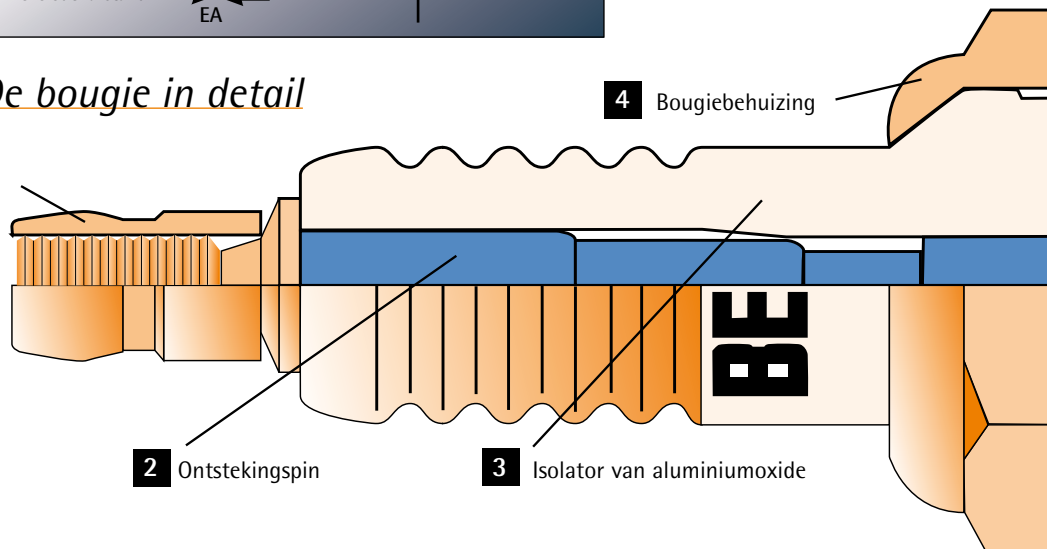
De kleinste afstand tussen de centrale- en massa-elektrode(n) van de bougie wordt de elektrodenafstand genoemd. Dit is de afstand waarover de ontstekingsvonk moet springen. De optimale elektrodenafstand in een specifieke situatie is deels afhankelijk van de motor en wordt in nauw overleg met de voertuigfabrikant bepaald. Maximale precisie bij de handhaving van de elektrodenafstand is belangrijk, aangezien een verkeerde afstand aanzienlijke nadelige gevolgen kan hebben voor het functioneren van de bougie en dientengevolge de motorprestaties.

- Als de elektrodenafstand te klein is, kan dit overslaan veroorzaken, luidruchtig stationair draaien en uitlaatgassen van slechte kwaliteit.
- Als de elektrodenafstand te groot is, kan dit leiden tot overslaan.
- De gecoördineerde vonkpositionering op bougies met meerdere elektroden betekent dat de elektrodenafstanden niet hoeven te worden aangepast (bijvoorbeeld Ultra X Titan, lucht/glijvonktechnologie).



De bougie in detail

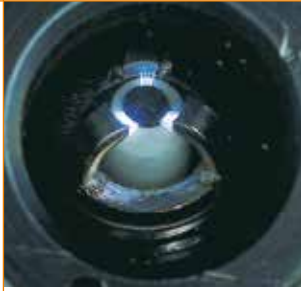
- 1 SAE aansluiting (kabelaansluiting)



- 2 De stalen pin (ontstekingspin) die gasdicht door de geleidende glasmassa wordt omhuld, vormt een koppeling met de centrale elektrode.
- 3 De isolator is vervaardigd uit aluminiumoxide keramiek en isoleert de centrale elektrode ten opzichte van massa tot 40.000 volt. De isolator kan worden geproduceerd in een gladde vorm of met ribbels, die overslag voorkomen.
- 4 De vernikkelde behuizing van de bougie vormt door middel van een warmtekrimp methode een gasdichte verbinding met de isolator. Dat is de reden dat de krimpzona een blauwe oxidatiekleur heeft. Schroefdraad dient om de bougie in het motorblok te monteren.
- 5 Dichtring, aan de buitenzijde, voor afdichting en warmteafvoer.
- 6 Elektrische aansluiting van vonkpin en centrale elektrode. Op ontstoorde (R-typen) glasmassa weerstanden. Door middel van bijpassende additieven kan de glasmassa een gedefinieerde mate van weerstand worden gegeven. Dit om te zorgen voor de vereiste erosieweerstand en ontstoringskarakteristieken.
- 7 De binnenste afdichting vormt de gasdichte koppeling tussen de isolator en de metalen behuizing. De ring zorgt tevens voor warmtegeleiding.
- 8 De centrale elektrode bestaat uit een koperen kern, omhuld door nikkel. Afhankelijk van het type kan de centrale elektrode van platina of iridium zijn vervaardigd.
- 9 De isolatorneus strekt zich uit tot in de verbrandingskamer. Deze heeft een hele grote invloed op de warmtegraad.
- 10 Dankzij de schuine aansluiting van de schroefdraad kan de bougie gemakkelijker in het motorblok worden gemonteerd.
- 11 De hoeveelheid ruimte heeft invloed op de mate van zelfreiniging.
- 12 Een of meerdere massa-elektroden worden op de behuizing van de bougie gelast. Deze vormen samen met de centrale elektrode het vonkpad. Speciaal ontwikkelde legeringen op basis van nikkel (of platina of titanium versterkingen) verhogen de erosieweerstand van de elektroden.

Ontwerp en typen bougies

Positie en afstand van de vonk



Vonkpad



Het innovatieve poly-V ontwerp: De vonk richt zich op 5 ontstekingspunten, in een voortdurend veranderende volgorde. Dit biedt een hoge betrouwbaarheid voor de ontsteking en bespaart dientengevolge brandstof. De ontstekingsprestaties blijven gedurende lange perioden constant.

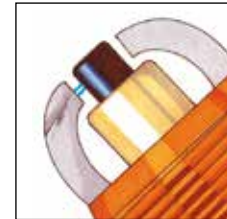
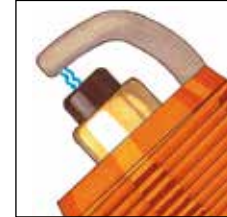
De functie van de bougie in de verbrandingskamer wordt beïnvloed door drie hoofdfactoren: de positie van de vonk, de vonkafstand en de elektrodenafstand voor bougies die gebruikmaken van variabele vonktechnologie.

De geometrie van het vonkpad wordt door motorontwikkelaars de vonkpositie genoemd. Het betreft de mate waarin het vonkpad zich uitbreidt in de verbrandingskamer.

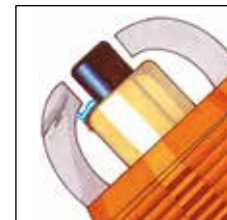
Voor wat betreft de vonkafstand wordt onderscheid gemaakt tussen:

- De afstand door de lucht, waarmee het pad wordt aangeduid dat de vonk aflegt tussen de centrale elektrode en de massa-elektrode teneinde het lucht/brandstofmengsel in de verbrandingskamer te ontsteken.
- De variabele vonkafstand, waarbij de vonk eerst over het oppervlak van de isolatorneus beweegt, om vervolgens over te springen naar de massa-elektrode. Het volgen van dit pad leidt tot de verbranding van schadelijke afzettingen en verbrandingsresten.
- Luchtvonkafstand/variabele vonkafstand: vonkafstanden via de lucht en de isolator. Door een combinatie van de wederzijds onafhankelijke luchtvonk- en variabele vonkafstanden, kan het wegbranden van elektroden worden gereduceerd, wat leidt tot een aanzienlijk langere levensduur van bougies.

Vonkafstand door de lucht



Variabele vonkafstand

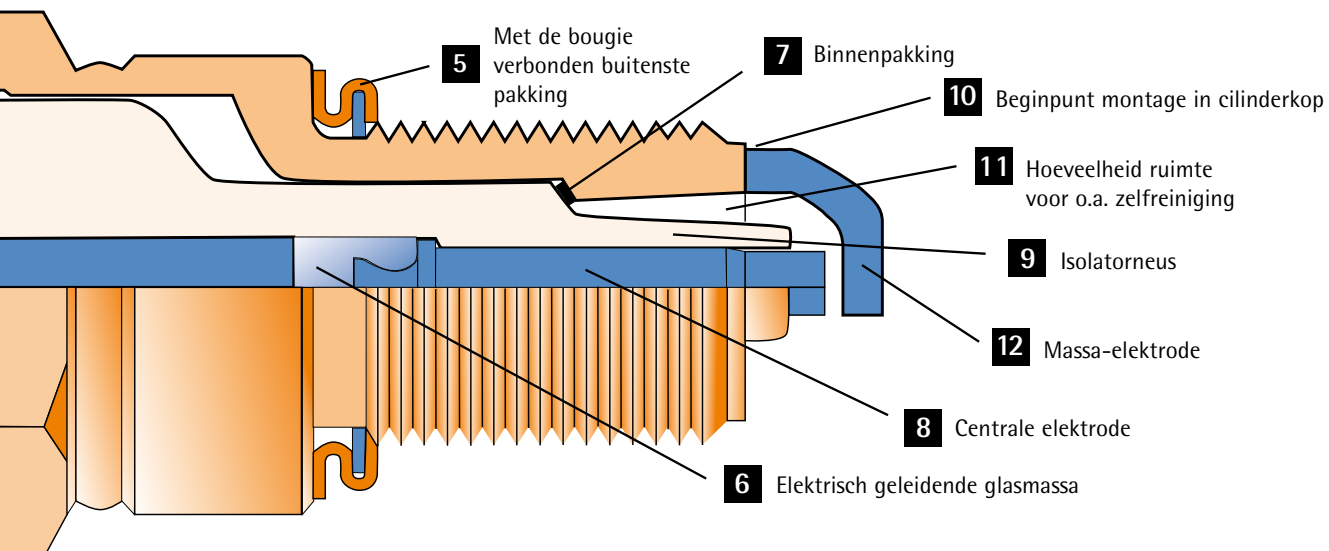
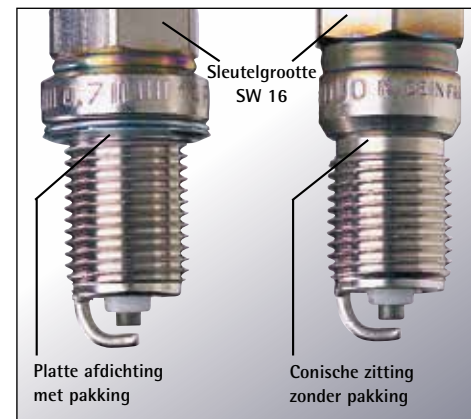


Afdichting van de zitting

De bougie moet zodanig in de cilinderkop worden geschroefd, dat deze gasdicht is. Afhankelijk van details van de motorconstructie komen er twee verschillende soorten afdichtingen voor:

- Platte afdichting: een aan de buitenzijde van de bougie bevestigde pakking die fungeert als afdichting rondom de behuizing van de bougie.
- Conische zitting: het conische oppervlak van de behuizing van de bougie past in een gelijksoortig gevormd contactvlak in de cilinderkop en creëert hiermee een afdichting.

In beperkte ruimten (bijvoorbeeld bij motoren met meerklep-pentechiek) worden vaak kleinere FineLine- of BiHex (twaalfkant)-bougies gebruikt. Voor de (de)montage zijn kleinere sleutels nodig.



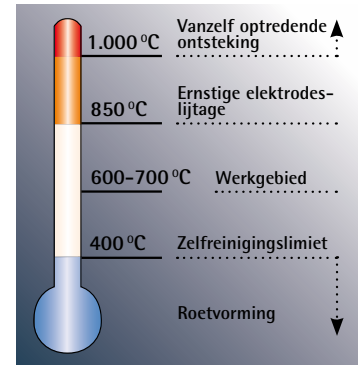
Warmtegraad en warmtegeleiding

Warmtegraad

De warmtegraad is een maat voor de thermische structuur van een bougie. Deze waarde geeft de maximale warmtebelasting van de bougie weer, als evenwicht tussen warmteabsorptie en warmteafvoer.

Bij de selectie van een bougie is het cruciaal om de juiste warmtegraad te kiezen:

- Als de warmtegraad te hoog is (bijvoorbeeld een graad van 9), kan de bougie de toegevoerde warmte niet snel genoeg afvoeren. Dit leidt tot gloei-ontsteking. Met andere woorden: het mengsel wordt niet ontstoken door de ontstekingsvonk, maar door de oververhitte bougie.
- Als de warmtegraad te laag is (bijvoorbeeld een 5), dan wordt de vrije brandtemperatuur die in het lagere prestatiebereik nodig is voor zelfreiniging van de bougie niet bereikt. Resultaat: overslaan, toenemend brandstofverbruik en meer emissies. (voor afbeeldingen van storingen, zie pagina 8 en 9).



De invloeden op de warmtegraad

Hoe hoger het motorvermogen, des te hoger is in de meeste gevallen de temperatuur in de verbrandingskamer. Het formaat van het onderstuk van de isolator heeft een cruciale invloed op de warmteabsorptie. Warmteafvoer vindt plaats via de isolatorneus, de centrale elektrode en de binnenste pakking van de bougiebehuizing naar de cilinderkop.

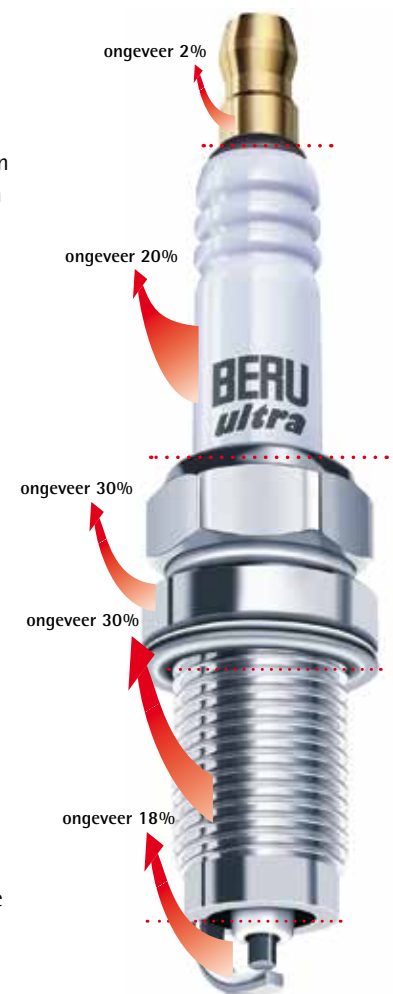
- Bougies met een lange isolatorneus absorberen meer warmte. Aangezien ze minder warmte afvoeren tijdens de lange weg naar de behuizing van de bougie, worden ze warme bougies genoemd.
- Bougies met een korte isolatorneus absorberen minder warmte. Aangezien ze veel warmte uitstralen tijdens de korte route naar de bougiebehuizing, worden ze koude bougies genoemd.

De warmtegeleiding

Cilindertemperaturen tot 3.000 °C komen gedurende korte perioden voor tijdens het verbrandingsproces. Deze temperaturen leiden ertoe dat de bougies opwarmen. De bougies geven rond 80 procent van deze geabsorbeerde warmte af aan de omgeving via uiteenlopende methoden van warmtegeleiding (zie afbeelding). Veruit de meeste warmte wordt rechtstreeks via de bougieschroefdraad naar de cilinderkop geleid. De bougie moet daarom altijd met het correcte aanhaalmoment worden vastgeschroefd. Slechts zo'n 20 procent van de warmte wordt geabsorbeerd en afgegeven door het passerende lucht/brandstofmengsel.

Het gebruik van samengestelde elektroden, bijvoorbeeld nikkel-elektroden met een koperen kern, zorgt voor een aanzienlijke verbetering van de warmtegeleiding. Als de vonk zich erg ver in de verbrandingskamer bevindt, wordt de zelfreinigingstemperatuur snel bereikt. Dit is te danken aan een speciale aanpassing van de doorsnede en het warmte-absorberende oppervlak van de isolatorneus. De bovengrens van de temperatuur van de isolator blijft onder de 900°C. Dit soort bougies is daarom geschikt voor verbrandingskamers met zowel relatief lage als zeer hoge temperaturen.

Warmtegeleidingspad van een bougie



BERU-assortiment bougies

BERU Ultra X Titan. Het assortiment voor X-treme eisen

ULTRA X TITAN



15 bougietypes
90% marktdekking
100% geschikt voor de werkplaats
Het succesvolle Ultra X-assortiment heet nu Ultra X Titan. Het assortiment bestaat in totaal uit 15 bougietypes: 6 ervan zijn bestaande Ultra X-bougies en 9 ervan zijn nieuw. Samen vormen ze de Ultra X Titan-serie, met een marktdekking van bijna 90%!

BERU Ultra X Titan.

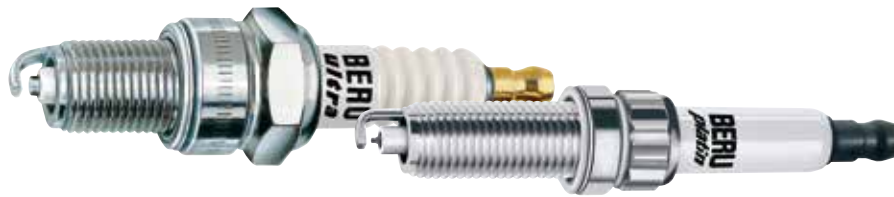
Voor meer vonksterkte bij hogere drukken in de verbrandingskamer – biedt een zeer efficiënte verbranding.

Hoe hoger de druk in de verbrandingskamer, des te groter de kracht van de vonk moet zijn. Dat is precies de kracht van de innovatieve bougie BERU Ultra X Titan, die de grenzen verlegt: met zijn nikkel-titaniumlegering, bestand tegen wegbranden, en intelligent ontworpen massa-elektroden zorgt deze bougie voor een hogere ontstekingsbetrouwbaarheid en een uiterst effectieve, en dus brandstofbesparende, verbranding met bijpassende lage emissiecijfers.



Centrale elektrode met platina ontstekingspunt voor uitstekende prestaties bij een koude start.
Corona-ring voor een gerichte voorontlading en stabiele vlamverspreiding.

BERU Ultra – de keuze van autofabrikanten



BERU Ultra.

Hoogwaardige bougies van OEM-kwaliteit, voor vele verschillende motortypen en -toepassingen.

BERU Bi-Hex.

- Milieuvriendelijke verbranding: bespaart brandstof en beschermt de katalysator
- Betrouwbare ontsteking, zelfs bij lage temperaturen
- Lange levensduur, duurzaam
- Bewezen materialen: uit twee elementen bestaande centrale elektrode met een met nikkel beklede koperen kern
- Twaalf millimeter-technologie met sleutelmaat 14
- Kleinere diameter van de schroefdraad
- Lengte van de schroefdraad is 26,5 millimeter
- Betrouwbare ontsteking via corona voorontlading

„BOUGIES VOOR MOTOREN DIE OP GAS LOPEN VINDT U IN TI 06“

Speciale bougies

Het BERU-assortiment bougies omvat ook speciale toepassingen:

1. Compacte bougies voor kleine toepassingen zoals motorzagen of gemotoriseerde grasmaaiers
2. Volledig beschermde bougies met stalen mantel voor als er strenge eisen worden gesteld aan ontstoring, bijvoorbeeld in dienstvoertuigen
3. Bougies voor gasmotoren in voertuigen die op gas rijden en stationaire motoren voor industrieel en huishoudelijk gebruik
4. Meetbougies, speciaal voor test- en proefmotoren



Tips voor de werkplaats

Bougiecontroles



1

Een visuele inspectie van een bougie kan een groot aantal verschillende schadepatronen naar voren brengen. Enkele hiervan staan hieronder vermeld, met een beschrijving van de oorzaken, gevolgen en oplossingen:

NORMAAL

Minimaal optredend wegbranden van de elektrode en een onderzijde van de isolator met een grijswitte/grijsachtige, tussen gele en roodbruine kleur: Motorafstelling is in orde, warmtegraad is correct.



2

ROETAFZETTINGEN

De isolatorneus, elektrode en bougie zijn bedekt met fluweelachtige, zwarte roet.

Oorzaak: Onjuiste afstelling van het mengsel (brandstofinjectie). Mengsel te rijk. Luchtfilter erg vuil. Gebrekkig functionerend koude startsysteem (injectie). Niet (goed) functionerende temperatuursensor. Voornamelijk gebruikt bij korte ritten. Warmtegraad van bougie te hoog. Niet (goed) functionerende lambdasensor.
Gevolg: Vanwege lekstromen is het koudstartgedrag slecht en slaat de motor over.

Oplossing: Controleren en zo mogelijk corrigeren van mengsel en startsysteem. Onderzoek tevens de temperatuursensor. Controleer het luchtfilter, gebruik een bougie met de correcte warmtegraad.



3

OLIE-AANSLAG

Isolatorneus, elektrode en bougie bedekt met een zwarte olielaag.

Oorzaak: Teveel olie in verbrandingskamer. Oliepeil te hoog, hoge mate van slijtage van de zuigerveren, cilinders en klepgeleiders. Niet (goed) functionerende turbo.
Gevolg: Overslaan of zelfs kortsluiting van de bougie, volledige storing.

Oplossing: Reviseer de motor, juiste brandstof-lucht mengverhouding, monteer nieuwe, originele BERU-bougies.



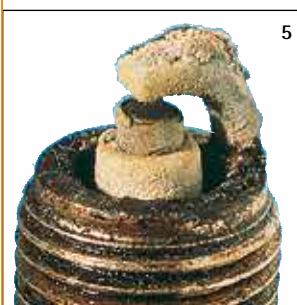
4

VERGLAZING

Isolatorneus toont tekenen van bruinachtig - gele verglazing, die ook een groenachtige tint kan aannemen.

Oorzaak: Additieven in brandstof en olie die as-achtige afzettingen vormen.
Gevolg: Tijdens plotselinge volle belasting van de motor, wordt de verglazing vloeibaar en wordt dan elektrisch geleidend.

Oplossing: Controleer de volledige motor; monteer nieuwe, originele BERU-bougies.



5

GROTE AFZETTINGEN

Zware afzettingen van brandstof en olie-additieven op de isolatorneus en massa-elektrode. Slakafzettingen (oliecokes).

Oorzaak: Resten van additieven, met name van de olie, die vervolgens in de verbrandingskamer en op de bougie worden afgezet.
Gevolg: Kan leiden tot voortijdige ontsteking, met verlies van prestaties en motorschade.

Oplossing: Controleer de motor. Monteer nieuwe, originele BERU-bougies; vervang mogelijk het type olie dat wordt gebruikt.

Tips voor de werkplaats



6

CENTRALE ELEKTRODE GESMOLTEN

Centrale elektrode gesmolten, uiteinde van isolatorneus verbrand.

Oorzaak: Thermische overbelasting vanwege 'gloei-ontsteking', verbrandingsresten in de verbrandingskamer, defecte kleppen, ontoereikende brandstofkwaliteit, warmtegraad van de bougie te hoog, geen aandacht voor juiste aanhaalmoment van bougie.

Gevolg: Overslaan, afname van motorvermogen (motorschade).

Oplossing: Controleer de motor, de ontsteking, het mengsel, het aanhaalmoment van de bougies. Monteer nieuwe, originele BERU-bougies met de correcte warmtegraad.



7

GEBROKEN ISULATORNEUS

Oppervlaktebreuk op de neus van de isolator.

Oorzaak: Mechanische schade vanwege verkeerd gebruik. In eerste instantie vaak alleen waarneembaar als haarscheurtje, soms veroorzaakt door pingelen. In extreme gevallen kunnen er afzettingen tussen de centrale elektrode en de isolator ontstaan, waardoor de isolator verbrijzelt. Pingelen.

Gevolg: Overslaan, vonk 'zwerft rond', er wordt geen ontsteking gegarandeerd.

Oplossing: Monteer nieuwe, originele BERU-bougies.



8

BOVENMATIGE SLIJTAGE VAN DE ELEKTRODE

Centrale- of massa-elektrode toont zichtbare tekenen van materiaalverlies.

Oorzaak: Agressieve brandstof of olie-additieven. Slechte doorstroming in de verbrandingskamer, mogelijk vanwege koolstofophoping. Pingelen, oververhitting.

Gevolg: Overslaan, vooral tijdens versnellen (ontsteekspanning niet langer voldoende, met grote elektrodenafstand). Slechte startprestaties.

Oplossing: Monteer nieuwe, originele BERU-bougies.



9

GEDEELTELIJK GESMOLTEN ELEKTRODEN

Bloemkoolvormige afzettingen op de elektrode, mogelijk afzettingen van materialen die niet van de bougie afkomstig zijn.

Oorzaak: Thermische overbelasting vanwege 'gloei-ontsteking', verbrandingsresten in verbrandingskamer, defecte kleppen, ontoereikende brandstofkwaliteit, mogelijk te hoge warmtegraad, bougies niet aangehaald volgens de voorschriften.

Gevolg: Voorafgaande aan het compleet bezwijken van de motor (motorschade), gaat de motor slechter presteren.

Oplossing: Controleer de motor, de ontsteking en het mengsel; controleer het aanhaalmoment van de bougies. Monteer nieuwe, originele BERU-bougies met de correcte warmtegraad.



10

BOUGIECONNECTOR WORDT BROOS

Oorzaak: Thermische overbelasting, oude connectors

Gevolg: Overslaan.

Oplossing: Monteer nieuwe, originele BERU-connectors en bougies, smeer de aansluiting van de bougies met speciaal BERU-vet (zie p. 11).

Tips voor de werkplaats

Storingen en slijtage



Overbelasting, slechte brandstof, een verkeerd geselecteerde bougie en start-stop verkeer zijn slechts enkele factoren die kunnen leiden tot storingen in de bougies. Hier volgt een korte checklist om u te helpen om een storing te identificeren:

Symptoom	Oorzaak	Mogelijke gevolgen
Erosie, corrosie ter plekke van de vonk	Thermische overbelasting Verkeerde of slechte brandstof Onjuiste warmtegraad	Gesmolten elektroden gloei-ontsteking Overslaan (vanwege grotere elektrodenafstand)
gloei-ontsteking	Resten in verbrandingskamer Defecte kleppen Bougies met onjuiste warmtegraad Brandstof met te laag octaangetal	Beschadigde zuiger Klepschade Bougieschade
Pingelen	Brandstof met te laag octaangetal Verkeerd ontstekingstijdstip Bovenmatige compressie	Onbeheerste druk- en temperatuuroename kan leiden tot schade aan de zuigers en bougies
Overslaan	Gebrekkige, oude, lekkende bougie connector	Vonk springt over naar isolator; Schade aan de katalysator

Montage van bougies

Aangezien bougies zijn ontworpen voor specifieke motoren, moeten altijd de juiste bougies worden gebruikt. Bougies met een verkeerde warmtegraad, elektrodenafstand of schroefdraadlengte kunnen leiden tot een afname van de motorprestaties of zelfs schade aan de motor en/of de katalysator. Het is dus cruciaal dat ze met zorg worden gemonteerd en verwijderd.

- Let er bij het verwijderen van de bougie op dat er geen vuil in de verbrandingskamer terecht komt. Draai de bougie eerst een paar slagen los. maak het oppervlak vervolgens schoon met behulp van perslucht of een borstel, voordat u de bougie volledig losschroeft.
- Breng een dunne laag BERU speciaalvet op de isolator van de bougie aan.
ZKF01 - 0 890 300 029 met inhoud van 10 gr.
ZKF02 - 0 890 300 045 met inhoud van 50 gr.
- Zorg er tijdens het monteren van bougies voor dat de bougieschroefdraad en het bougiegat in de cilinderkop schoon zijn. Met BERU-bougies is het dankzij een nikkellaag op het schroefdraad van de bougie niet nodig om de bougie te smeren. Zorg dat u het juiste aanhaalmoment gebruikt (zie tabel).
- Waarschuwing: Als u een bougie laat vallen, mag u deze niet meer gebruiken. Zelfs onzichtbare schade kan leiden tot overslaan en zelfs schade aan de katalysator.
- Controleer de bougie-connectors op slijtage. Als u tekenen van broosheid of haarscheurtjes ziet, dient u de connectors te vervangen.

Tips voor de werkplaats

BELANGRIJK: BIJ DE MONTAGE VAN BOUGIES IS HET ESSENTIEEL DAT U HET CORRECTE AANHAALMOMENT GEBRUIKT.

Als er een extreme vorm van wegbranden of smelten van de centrale elektrode optreedt, ondanks dat het juiste aanhaalmoment is toegepast, wordt dit zo goed als zeker veroorzaakt door een onbeheerst verbrandingsproces (d.w.z. gloei-ontsteking of een forse mate van pingelen). Mogelijke oorzaken: verkeerde warmtegraad, te kleine speling van de uitlaatklep, verkeerd ontstekingsstijdstip, ongeschikte brandstofkwaliteit, afzettingen in de verbrandingskamer of een brandstofmengsel dat te arm is.

BERU montagehulpmiddelen

Voor het gemakkelijk en op de juiste wijze vervangen van een bougie, zonder dat de bougiesleutel klem komt te zitten of de isolator barst, bevelen we het gebruik van speciale gereedschappen aan.

BERU SPECIAALGEREEDSCHAP VOOR DE MONTAGE VAN BOUGIES ZMH001

Verlengarm van de monteur

HET PROBLEEM In het motorcompartiment is er echt veel te weinig ruimte. Bij het los- of vastschroeven van bougies kan de monteur zijn hand aan de motor verwonden of verbranden, of de bougie laten vallen en hierdoor beschadigen.

DE OPLOSSING Het BERU-hulpmiddel voor de montage van bougies, gemaakt van rubber, fungeert als 'verlengarm van de monteur': de bougie wordt er stevig mee vastgehouden, zodat deze voorzichtig kan worden in- of uitgeschroefd nadat de bougie is losgehaald of voordat deze wordt vastgezet.

BERU-HULPMIDDEL VOOR DE MONTAGE VAN BOUGIES ZMH002

Betrouwbare vervanging van bougie zonder kantelen


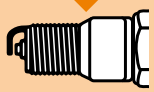
HET PROBLEEM De relatief grote opening in de bougieschacht leidt tot een risico. Bij het monteren of verwijderen van bougies met behulp van een verlengstuk kan de sleutel kantelen. Hierdoor barst de isolator van de bougie. Gevolg: overslaan van de motor vanwege vonken die overspringen op de gebarsten isolator kunnen ertoe leiden dat de katalysator stuk gaat.

DE OPLOSSING Breng eenvoudig het BERU montagegereedschap, geschikt voor bijna alle voertuigmodellen, op het 3/8" bougiedop verlengstuk aan en duw hem in de bougieschacht. De sleutel blijft nu evenwijdig aan de schacht en kan niet worden gekanteld.

SPECIAAL BERU-VET ZKF001/ZKF002

Om te voorkomen dat de bougieconnector versmelt met de aansluiting van de bougie en de afdichtringen beschadigt, adviseren wij om de isolator van de bougie in te smeren met speciaal BERU-vet. Hiermee verhoogt u tevens de weerstand tegen overslaande vonken.

Aanhaalmoment in Nm, schroefdraad mag niet worden ingevet

Bougies met platte zitting	Bougieschroefdraad	Cilinderkop	
		gietijzer	lichtmetaal
	M 10x1	10-15 Nm	10-15 Nm
	M 12x1,25	15-25 Nm	15-25 Nm
	M 14x1,25	20-35 Nm	20-30 Nm
	M 18x1,5	30-45 Nm	20-35 Nm
Conische bougiezittingen:			
	M 14x1,25	15-25 Nm	10-20 Nm
	M 18x1,5	15-30 Nm	15-23 Nm



Artikelnaam	Korte code van BERU	BERU-bestelnummer
Bougie montagehulpmiddel	ZMH001	0 890 000 001



Artikelnaam	Korte code van BERU	BERU-bestelnummer
Bougie montagehulpmiddel	ZMH002	0 890 000 002

Artikelnaam	Korte code van BERU	BERU-bestelnummer
BERU speciaal vet, tube van 10 gr.	ZKF001	0 890 300 029
BERU speciaal vet, tube van 50 gr.	ZKF002	0 890 300 045

1 | Teken van het overslaan van hoogvoltage vonken

2, 3 | BERU-vet voor bougieconnector: Bij het invetten van de connector voordat de bougie wordt vastgeschroefd, beschermt het vet tegen broosheid en dientengevolge tegen het overslaan van hoogvoltage vonken
(ZKF001 0 890 300 029 / 10 gr.
ZKF002 0 890 300 045 / 50 gr.)



Toekomst

De toekomst van de bougie

Bij de ontwikkeling van moderne benzinemotoren zijn enkele technische trends zichtbaar: aangepaste verbrandingsprocessen en kleinere motoren met een hoge turbodruk (downsizing). BERU-ingenieurs ontwikkelen hiervoor de optimale bougies, in nauwe samenwerking met internationale autofabrikanten.

Lager brandstofverbruik, minder emissies, meer rijplezier: deze eenvoudige kretten vatten de huidige technische trends bij de ontwikkeling van benzinemotoren samen. Totale en gedeeltelijke variabele klepaandrijving door middel van instelbare klephasen of variabele klephoogte, evenals directe insputing met wand-, lucht- of straalgeleide injectie vertegenwoordigen de huidige status van de techniek. De meest recente generaties injectiesystemen met piëzo-gestuurde injectoren vormen een uitbreiding van het assortiment motoren die zonder gasklep en met een arm mengsel werken. Deze systemen moeten zorgen voor de benodigde afname in brandstofverbruik en emissies.

Dit alles resulteert in nieuwe eisen voor bougies:

- kleinere afmetingen
- specifiek gepositioneerde elektroden (massa-elektroden)
- meer nauwkeurige vonkposities, en
- hogere diëlektrische en mechanische sterkte in bougiekeramiek.

Hoge eisen, gesteld aan de nieuwe generatie bougies

Met de nieuwe directe insputsystemen is er in de cilinderkop van benzinemotoren minder ruimte beschikbaar voor de bougie. Dit maakt het op zijn beurt nodig om een langere schroefdraad en/of gemodificeerde bougiegeometrie te gebruiken. Er worden steeds vaker M12-bougies gebruikt, hoewel deze in verhouding tot de traditionele M14-bougies met een kleinere keramische wanddikte moeten functioneren. Tegengestelde eisen – kleinere wanddikte van de isolator en de vraag naar hogere spanningen – leiden tot de noodzaak voor nieuwe ontwikkelingen op het gebied van materialen, geometrie en processen.

Verbetering van keramische eigenschappen

Als isolatormateriaal voor bougies van personenauto's heeft keramiek op basis van aluminiumoxide bewezen betrouwbaar te zijn, aangezien dit materiaal voldoet aan de elektrische en mechanische vereisten met betrekking tot diëlektrische sterkte, zelfs bij temperaturen tot 1.000 °C. De belangrijkste factor die de eigenschappen van de huidige keramische stoffen bepaalt, is resterende porositeit. Om deze porositeit aanzienlijk te verlagen, en daarmee de diëlektrische sterkte en mechanische sterkte van de bougies nog verder te verbeteren, hebben de ontwikkelingsingenieurs van BERU onder andere modificaties aangebracht in de keramische additieven.



In nauwe samenwerking met internationale autofabrikanten werken BERU-ingenieurs aan de ontwikkeling van innovatieve bougieconcepten voor moderne benzinemotoren.

Toekomst

Nieuwe bougieontwerpen voor een nóg langere levensduur

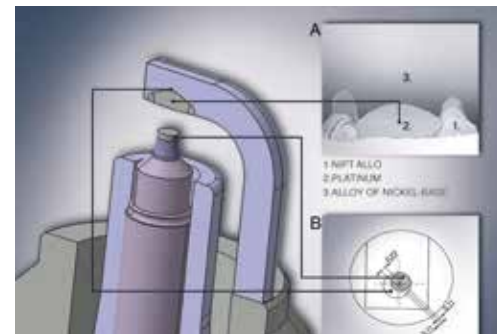
Automobielfabrikanten vereisen op dit moment een beoogde levensduur van bougies tussen de 60.000 en 120.000 kilometer. Tegelijkertijd moet de vereiste toename van elektrische spanning vanwege de toename (slijtage) van de elektrodenafstand zo laag mogelijk blijven. Dit betekent dat het nodig is om nieuwe elektrodenontwerpen, materialen en processen te ontwikkelen. Voor bougies met elektroden op basis van een nikkellegering wordt het slijtagemechanisme in hoge mate bepaald door oxidatie. Dit resulteert in de behoefte aan nikkellegeringen met een stabiele, duurzame oxidelaag. In het geval van bougies met elektroden met een oxidatie-gestabiliseerde edelmetalen coating, bijvoorbeeld platina of iridium, moet bovenal worden gezorgd dat het edelmetaal permanent blijft zitten op de elektroden van bougies die zijn gebaseerd op nikkel.

Nieuwe hoogspanningsconnector voor hogere weerstand tegen vonkoverslag

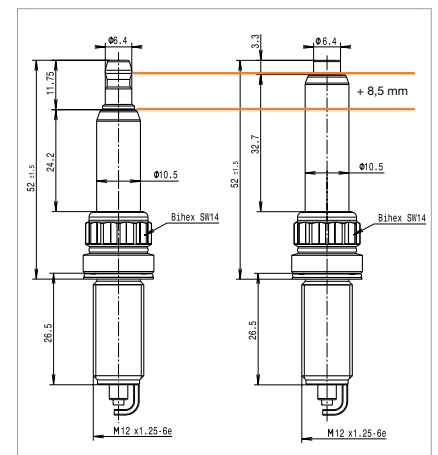
Downsizing is een belangrijke technologie voor de afname van het brandstofverbruik en emissies. Deze nieuwe technologie confronteert de ontwerper van ontstekingsystemen met nieuwe uitdagingen, aangezien downsize-motoren minder montageruimte beschikbaar hebben, met hogere drukken in de verbrandingskamer werken evenals hogere ontsteekspanningen. Voor wat betreft de bougie zorgt dit voor een drastische toename van het gevaar van hoogspanning overslag. Om een hogere vonkoverslagweerstand te kunnen bieden, heeft BERU een nieuwe hoogspannings-aansluiting ontwikkeld. Deze biedt, met dezelfde bougie-afmetingen, een groter isolatievlak dankzij een 8,5 mm langere bovenzijde van de isolator. Daardoor is de vonkoverslagweerstand verhoogd met 9000 volt. Niet alleen het extra isolatievlak biedt een betere bescherming tegen het bezwijken van de isolatie en tegen vonkoverslag, maar ook een nieuwe aansluitmethode. In plaats van een extern contactpunt (zoals bij een SAE-aansluiting of M4 schroefdraad) treedt contact op aan de binnenkant, via een drukveer. Deze nieuwe, conische drukveerconnector is zodanig ontworpen dat het voorste uiteinde stevig wordt omhuld door de komvormige uitsparing van de aansluiting van de bougie (vandaar de naam 'hoogspanningskomconnector'). Dit voorkomt de opbouw van excessieve spanningsvelden en biedt, ondanks de toename in ontstekingsprestaties, zichtbare verbetering van de vonkoverslagweerstand.



Grotere overslagweerstand ondanks een hogere ontsteekspanning: dankzij de langere bovenzijde van de isolator, de grotere overlapping, de in een uitsparing liggende drukveer en de nieuwe contacttechnologie.



De elektroden op basis van nikkel in de hoogwaardige bougies van BERU worden bekleed met een oxidatie-stabiel edelmetaal, zoals platina. Dankzij een speciaal laserlasproces garandeert BERU een extreem langdurige hechting tussen de twee materialen. (A). Een bedekking met edelmetaal van minimaal 92% (B) van de centrale- en massa-elektrodes maakt extreem hoge prestaties mogelijk.



- Zonder dat de totale afmeting van de bougie veranderde, werd een groter isolatievlak verkregen door verlenging van de isolator.
- Een toename in bescherming tegen spannings-overbelasting in lucht van 8.000 tot 9.000 V
- Bedrijfsbereik tot 40.000 V

Hoogfrequente ontstekings-technologie: de oplossing voor de toekomst

In tegenstelling tot traditionele ontstekingsystemen van motoren, waarbij verbranding in gang wordt gezet door warmte, genereert deze gepatenteerde hoogfrequente ontstekings-technologie een hoogenergetisch elektrostatisch veld in de verbrandingskamer. Dit leidt tot een aanzienlijke verbetering in de effectiviteit en snelheid van de verbranding. Zelfs extreem arme lucht/brandstofmengsels ontsteken op betrouwbare wijze. Voor aanvullende verbetering van het motorvermogen levert het systeem een elektronische regulering van verschillende parameters in de verbrandingscyclus, waarmee de emissies nog verder dalen, de efficiëntie verbetert en de motorprestaties toenemen. Hoogfrequente ontsteking heeft het potentieel om een revolutie in de ontstekings-technologie teweeg te brengen. Door het industrialiseren van deze technologie is de competentie van BERU op het gebied van ontstekings-technologie versterkt en kan BERU haar plaats als de wereldwijde nummer één innemen. BERU verwacht dat hoogfrequente ontsteking binnen een paar jaar in serieproductie zal gaan.



Met de nieuwe hoogfrequente ontsteking wil BERU een revolutie op het gebied van ontstekings-technologie voor benzinemotoren teweegbrengen.

Toekomst

De meest recente meet- en toepassingsystemen

De ontwikkeling van bougies voor specifieke motortypen maakt een nauwe samenwerking tussen de autofabrikant en de bougiefabrikant noodzakelijk. Om een optimale oplossing te ontwikkelen, moeten de volgende technische parameters optimaal zijn:

- De juiste warmtegraad
- elektrodetemperaturen
- vereiste ontsteekspanning
- vereiste vorm van ontsteekspanning
- optimale prestaties van de bougies bij een koude start

Voor al deze eigenschappen ontwikkelde BERU een speciale meettechnologie, die tevens beschikbaar is in de vorm van een mobiel applicatiesysteem. Het onderzoek naar de eigenschappen van bougies bij een koude start kan worden uitgevoerd in het voertuig, op een verplaatsbare testopstelling in een koude ruimte van het Research and Development Centre in Ludwigsburg. Dit gebeurt in overeenstemming met een vooraf opgestelde testcyclus.



De eigenschappen van bougies tijdens een koude start worden getest op de mobiele, twee-assige testopstelling in het Research and Development Centre van BERU in Ludwigsburg.

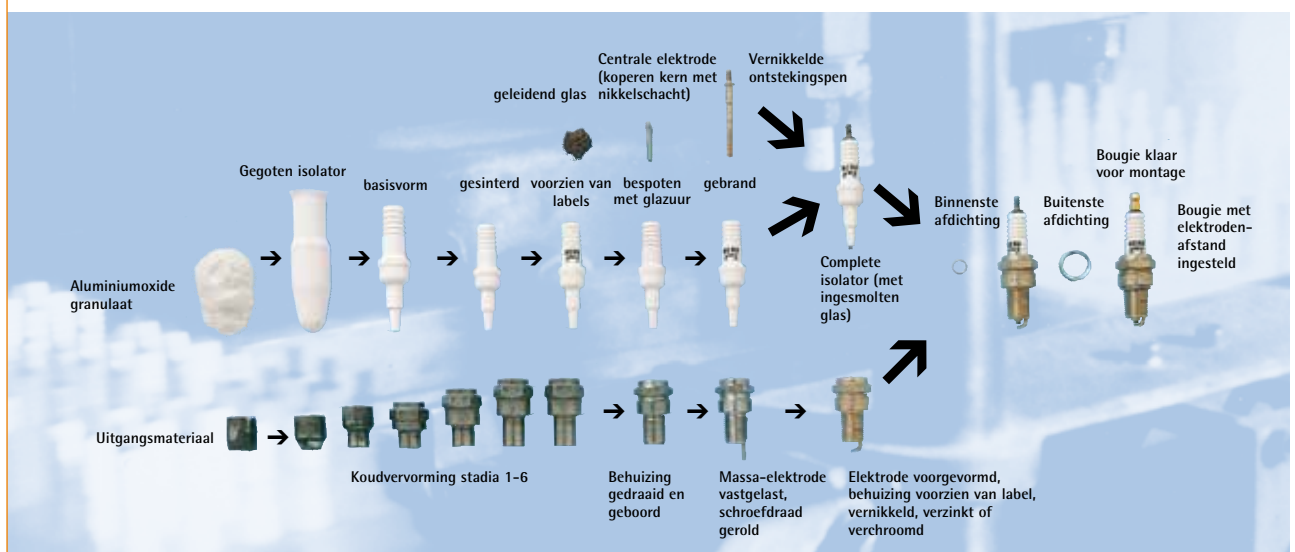
Productie van bougies

Van uitgangsmateriaal tot precisiecomponent

Originele BERU-bougies worden vervaardigd in onze eigen fabrieken, op computergestuurde productielijnen - vanaf de samenstelling van de keramische materialen voor de productie van de isolator uit hoogwaardig aluminiumoxide tot en met het aanbrengen van de buitenste afdichtring.



Testen van isolators op 40.000 volt: BERU-bougies moeten eerst op testbanken aantonen dat ze betrouwbaar zijn, voordat ze worden geaccepteerd voor serieproductie.



Productie van bougies

BERU-duurzaamheidstests

In start-stop verkeer of tijdens langdurige ritten op de snelweg, in de bittere kou of in de brandende hitte van de zon - een bougie van BERU moet altijd blijven functioneren. Om aan deze hoogstaande eisen te kunnen voldoen, worden BERU-bougies tijdens de ontwikkeling en na het productieproces onderworpen aan verschillende tests.

Hoogste kwaliteitsnormen

Teneinde te kunnen concurreren op internationaal niveau, is kwaliteit van het hoogste belang. Alle BERU-fabrieken zijn gecertificeerd conform internationale kwaliteitsnormen, zoals DIN ISO 9001:2000. In Duitsland voldoen de fabrieken tevens aan de vereisten van ISO/TS16949 en DIN EN ISO 14001. De certificaten worden regelmatig vernieuwd en zijn altijd op de meest recente normen afgestemd.

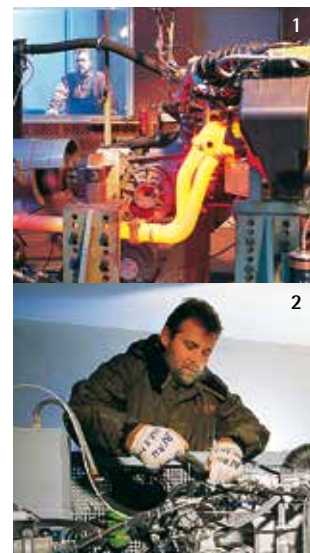
Rond tien procent van alle werknemers bij BERU is betrokken bij kwaliteitsbewaking. Een van de principes achter de kwaliteitsfilosofie van BERU is productiebeheersing, in plaats van productie-inspectie. De reden hiervoor is dat kwaliteit moet worden geïntegreerd, niet geïnspecteerd. BERU vertrouwt op gekwalificeerde werknemers en de meest recente, computergestuurde processen. Dat is de enige manier om te garanderen dat de specificaties die aan de klant worden beloofd, op betrouwbare wijze in elke bougie worden gereproduceerd. Kwaliteitsbewaking begint met de selectie van leveranciers en materialen: betrouwbare partners en hoogwaardige grondstoffen zijn fundamenteel voor ongeëvenaarde kwaliteit.

BERU-services

Vandaag de dag is BERU wereldwijd een van de meest voraanstaande leveranciers van elektrische componenten aan de automobiellindustrie. Als middelgrote onderneming is BERU flexibel en kan het bedrijf snel op de eisen en wensen van klanten reageren. Rond de 150 ontwikkelaars en ontwerpers werken voortdurend aan het optimaliseren van bestaande producten en het ontwikkelen van nieuwe producten. En dat alles in nauwe samenwerking met klanten uit de automobiel- en motorfabricagesector. Speciale toepassingen, toegesneden op de partners van BERU, zorgen dat autofabrikanten kunnen vertrouwen op producten die nauw bij hun behoeften aansluiten. Daarom biedt BERU steeds vaker complete systeemoplossingen aan in plaats van individuele componenten.

Bougies zijn slijtdelen die tijdig moeten worden vervangen. Anders bestaat er gevaar voor onvolledige verbranding. Dit leidt tot een sterke toename in brandstofverbruik en de productie van verontreinigende stoffen. Verder komt er vanwege het overslaan van de motor onverbrande brandstof in de katalysator terecht, waar het wordt verbrand en de katalysator verhit. Als overslaan steeds vaker optreedt, kan de katalysator volledig worden vernietigd. De productie van verontreinigende stoffen kan hierdoor tien keer zo hoog worden. Dat betekent dat de wetmatig voorgeschreven emissietest negatief uitpakt.

Als algemene regel geldt dat bougies, onafhankelijk van het jaarlijks aantal gereden kilometers, moeten worden vervangen binnen de periode die door de fabrikant wordt aanbevolen - voor behoud van de motorprestaties en ter bescherming van de katalysator.



- 1 | Testen van levensduur – test-bank
- 2 | Een kijkje in de 'koude kamer' van het BERU Research and Development Center. Hier wordt de koude start getest bij -30 °C.

BERU® is een geregistreerd handelsmerk van BorgWarner Ludwigsburg GmbH
PRMBU1434-NL



Global Aftermarket EMEA
Prins Boudewijnlaan 5
2550 Kontich • Belgium

www.federalmogul.com
www.beru.federalmogul.com

beru@federalmogul.com

 www.fmecat.eu

Perfection
built in

