

Motor info – Bougies

Inhoud

INTRO	1
HOE ZIET EEN BOUGIE ER VAN BINNEN UIT?	2
WAT IS ER NU BELANGRIJK OM TE WETEN OVER JE BOUGIE?	2
WELKE BOUGIES?	6
DE PROCEDURE – WISSELEN VAN DE BOUGIE	7
HET LEZEN VAN BOUGIES – OVERZICHT	9

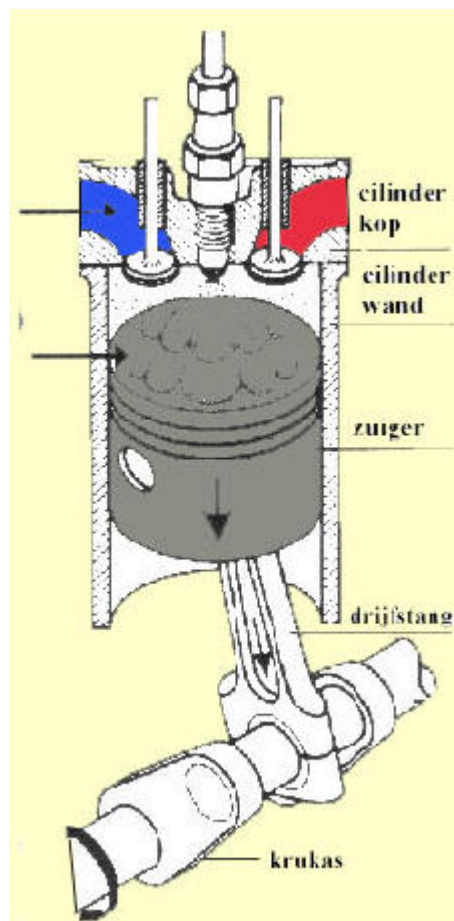
Benodigheden

- Bougiesleutel (evt met een momentsleutel)
- Perslucht of een slangetje om doorheen te blazen
- Voelermatjes
- Kopervet

Intro

Bougie is het Franstalige woord voor 'kaars'. In de verbrandingsruimte van een benzinemotor wordt het brandstof-lucht-mengsel tot ontbranding gebracht door middel van een bougie, waarbij tussen de twee elektroden een door het ontstekingsysteem gegenereerde vonk overspringt. De bedrijfstemperatuur binnen in de verbrandingsruimte bedraagt 500-900 C. Alleen dan vindt de verbranding van op de isolator neerslaande kooldeeltjes vanzelf plaats, zodat de bougie niet kan vervuilen. Een bougie moet zoveel opgenomen warmte kunnen afdragen, dat de bedrijfstemperatuur nooit hoger wordt dan die 900 C. Zie verder: bougiebedrijfstemperatuur, bougiewarmtegraad, zelfreinigingstemperatuur.

Het leuke van een bougie is dat je die kunt "lezen". Als je de bougie uit de motor draait, kun je aan de kleur en eventuele slijtage al beoordelen wat er mogelijk mis is met je motor. Hieronder volgt een overzicht met veelvoorkomende problemen van de motor. Draai gerust eens een bougie uit je cilinder, en bekijk deze (ook als je motor goed loopt, want dan heb je mooi een referentie naar hoe het er uitziet als je motor goed loopt.)

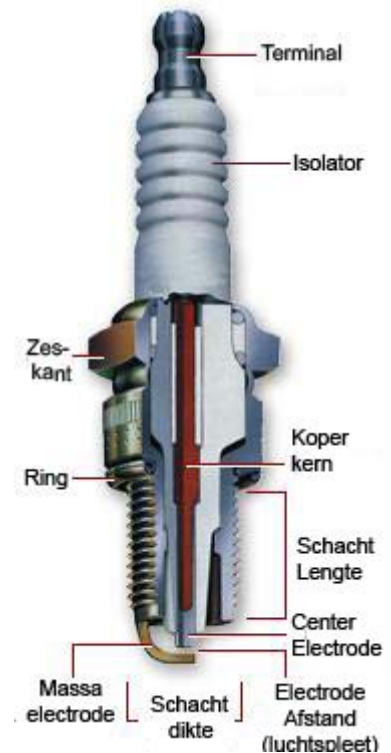


Figuur 1: locatie van de bougie

Hoe ziet een bougie er van binnen uit?

Simpel gezegd een metalen omhulsel met schroefdraad, daarin een isolator van zeg maar porselein (keramiek), en daar binnen de centrale elektrode. Wat gebeurt er nou precies in de bougie? De door de ontstekingsspoel opgewekte hoogspanning wordt aangesloten op de terminal van de bougie. De hoogspanning (meer dan 10 Kilovolt) wil langs de makkelijkste weg naar massa lopen, en kan dat eigenlijk alleen doen via deze centrale elektrode, waar hij aan het einde wel een sprongetje moet maken, en dat is het hem nu juist, want daardoor ontstaat de door ons benodigde vonk. Deze vonk is heet, en ontsteekt door de hitte het lucht/brandstof mengsel in de cilinder. Als alles goed gaat tenminste, want er ligt een aantal gevaren op de loer voor je vonkje.

- Het vooral vroeger beruchte "Pareltje", wat meestal veroorzaakt werd door het lood in de benzine, het loodpareltje maakte kortsluiting tussen de bougie elektroden en de vonk was weg, oplossing even het bougieborsteltje er langs halen. Komt nu bijna niet meer voor, omdat er geen loodhoudende benzine voor motoren meer gebruikt wordt.
- Kortsluiting via de isolatorneus van een door olie en/of roet sterk vervuilde bougie.
- Een breuk in de isolator, ook dan ontstaat er een kortsluiting met als resultaat geen vonk.
- Heel soms, (maar het gebeurt nog steeds), kan zelfs een splinternieuwe bougie het niet (meer) doen.



Figuur 2: standaard bougie

Wat is er nu belangrijk om te weten over je bougie?

Een paar belangrijke punten zijn.





- De elektrode afstand, niet groter dan 0,8 mm (met voelmaatje meten)
- Het type elektrode
- De warmtegraad of warmtewaarde van de bougie
- Maten van de schacht
- De algemene toestand van de bougie

De elektrode afstand

Deze afstand moet je regelmatig, al naar gebruik van de motor, controleren en afstellen op de juiste waarde. Deze waarde kun je vinden in de handleiding van je motor of op de website van de bougiefabrikant. Wordt de afstand door slijtage te groot, dan is er meer spanning nodig om de vonk te laten overspringen, en dit geeft vooral bij het starten moeilijkheden, want de spanning blijft door een laag toerental van de dynamo gering. Is de elektrode afstand echter te klein, dan wordt ook de vonklengte te klein, waardoor het gasmengsel slechter ontstoken wordt.

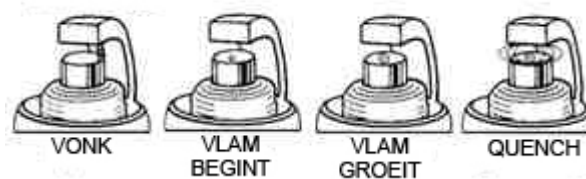
Elektrodetypes

Er is een groot aantal verschillende elektrode-types. Je kunt verschillende center-elektrodes maar ook verschillende massa-elektrodes krijgen. Hieronder staat een aantal verschillende elektrode-vormen en hun nut.

Massa Elektrodes		
	Traditional ground	Dit is de standaard uitvoering van de bougie: een recht gebogen massa en een cilindervormige center.
	Angled ground	Hierdoor wordt er meer vlam-oppervlak aan het verbrandingsgas blootgesteld, dus een betere verbranding. Ook minder quenching.
	Multiground	Sommige motoren vereisen dat de massaelektrode aan de zijkant van de centerelektrode staat. Hierdoor vindt er meer slijtage plaats aan de centerelektrode. Door meer massaelektrodes te gebruiken, leeft deze bougie langer. Let wel dat dit geen zg. "Multi spark" is, en heeft dus telkens maar een vonk. De motorprestaties zullen dus niet verbeteren (en soms zelfs verslechteren).
	Trapeziod ground	Minder massaelektrode-oppervlak staat blootgesteld aan de zijkant van de centerelektrode, dus minder kans op quenching.

Center elektrodes			
	Finewire platinum		Kleiner center elektrode vereist minder spanning om te onsteken, dus minder “misfires”, en dus minder PK-verliezen. Dunne elektrodes bestaan uit exotische metalen zoals Platina en Iridium omdat de standaard elektrodes weg zouden branden.
	Ultrafine Wire Iridium		Idem
	Tapercut		Zelfde principe als de finewires. Kleine elektrodes hebben ook minder last van quenching.
	V-Power (NGK)		Deze ontsteekt makkelijker doordat er in de centerelektrode een V-groef zit. Daardoor wordt de vonk naar de buitenkanten van de elektrode gedwongen, waardoor er meer vlam-oppervlak aan het verbrandingsgas bloot staat. Ook minder quenching.

In de tabel hierboven is het begrip “quenching” meerdere malen genoemd. Je moet je weer even herinneren dat het niet de elektrische spanning is dat het brandstof/lucht mengsel ontsteekt, maar de hitte van de vonk. Quenchen is niet meer dan weer absorberen van de hitte van de vlam in de massa elektrode en de keramische isolator. Hierdoor wordt de vonk niet heet genoeg, en ontbrandt het gas niet. Dus mis je een ontbrandingsslag, wat vermogensverlies tot gevolg heeft. Hieronder staat getekend hoe dat er uit ziet.



Figuur 3: het proces van quenchen

Dit is echter anders voor **race-bougies**.

Voor NGK beginnen alle racebougies met een "R" in de aanduiding (het moet beginnen met een "R", niet zomaar een "R" ergens in de aanduiding hebben. Bij NGK staat de warmtegraad bij dit soort bougies na de "-".

Voorbeeld:

Standaard R5671A-10.

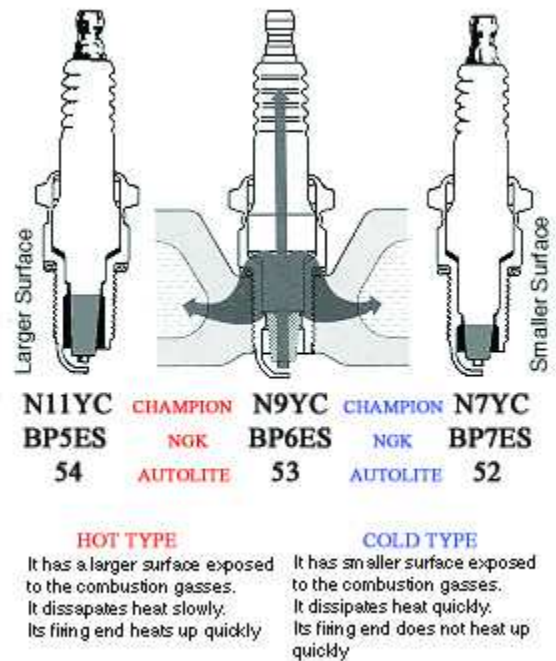
Warmer: R5671A-9

Kouder: R5671A-11

Als je de juiste warmtegraad hebt gevonden voor de bougie, dan opereert de bougie tussen de 500 en 900 graden Celcius. Dat is heet genoeg om de bougie zichzelf schoon te branden, maar niet heet genoeg om het brandstof / luchtmengsel spontaan te laten ontbranden aan de hete bougie

Verschillende merken

Als voorbeeld kun je hiernaast ook twee bougies zien van verschillende merken met hun aanduidingen. Je kunt dus zien dat een hoger nummer niet altijd een koudere bougie betekent!



Figuur 7: Verschillende merken van hetzelfde type

Maat van de schacht

Belangrijk om rekening mee te houden zijn de maten van de schacht. Als je een bougie met een te lange schacht in de cilinderkop schroeft, heb je kans dat je je zuiger beschadigt. Dus zoek altijd het juiste type uit! Als de schacht te dik is, past hij überhaupt niet in de cilinderkop. Daarnaast heb je ook conisch gevormde schachten.

De algemene toestand

De algemene toestand tenslotte, betreft vooral het niet beschadigd zijn, en dan met name de keramiek isolator, het niet te sterk ingebrand zijn van de elektroden, en het niet te veel vervuild zijn van de bougie. Je kunt een bougie schoonmaken met een koperborstel en een goede ontvetter (bijvoorbeeld remmenreiniger). Denk erom dat je de elektrode afstand in de gaten houdt.

Je kunt de bougies ook stralen met zand. Zorg er dan wel voor dat alle zand van de bougie is afgehaald wanneer je hem weer terugplaatst. En zorg ook voor een goede elektrode afstand. Onthoud wel dat een vuile bougie vaak het resultaat is van een verkeerde bougie of een slecht afgestelde motor. Ofwel: het probleem los je niet op door de bougie schoon te maken.

Welke bougies?

Er zijn heel verschillende soorten bougies. Als je niet weet wat voor bougies er in jouw motor zitten, koop dat de standaard bougies die bij jouw motor horen. Je kunt ook eerst even een bougie losdraaien en het typenummer uitlezen (blaas eerst de bougiekoker schoon). Je

zult prijsverschillen zien van 2 euro tot 14 euro. Je vraagt je natuurlijk meteen af waarom je dan een bougie van 14 euro zou moeten kopen. Nou, er zijn veel verschillende eigenschappen en compromissen in een bougie. Het kan zijn dat je een betere topprestatie wilt hebben, of dat de motor beter start, langere levensduur heeft etc..

Op elke bougie staat een aanduiding in lettercode. Deze codering kun je vinden op de websites van NGK, Nippon, Beru, Bosch, Champion, etc. Als voorbeeld heb ik in de appendix de codering van NGK gezet.

De procedure – wisselen van de bougie

In principe is het vervangen van bougies een van de eenvoudigste klussen voor een motor. Er is echter een aantal dingen waar je even op moet letten, en het vereist een beetje “Fingerspitzengefühl”. De locatie van de bougies is op veel motoren verschillend. BMW- en Guzzi-eigenaren lachen zich nu kapot, want die kunnen lekker makkelijk bij de bougies. Voor veel andere motoren moet er een aantal onderdelen weggebouwd worden. Meestal zijn dit de tank en het luchtfilter, maar soms zelfs de radiator (Honda VFR).

Het demonteren van de onderdelen laat ik dus buiten beschouwing.

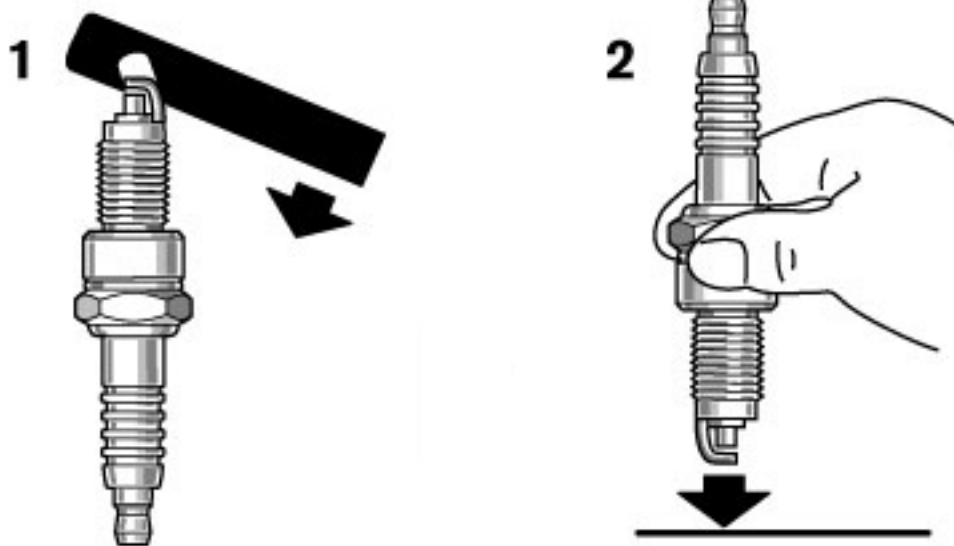
Kijk even goed hoe de bougiekabels lopen! (onder/bovenlangs, welke sluit waar aan, etc.; maak desnoods een tekeningetje). De bougies worden in een bepaalde volgorde ontstoken, en die volgorde kun je niet veranderen, dat is namelijk afhankelijk van je nokken- en kruk-as. Het beste kun je de bougies één voor één vervangen. Trek de bougiekappen los van de bougie.

BELANGRIJK: Maak vervolgens de bougiekoker (daar waar de bougie in gemonteerd zit) zeer zorgvuldig schoon. Dit bepaalt de levensduur van je motor. Er zit namelijk **ALTIJD** vuil (zand e.d.) in deze koker. Bij gelijk uitschroeven van de bougies valt dit in de verbrandingskamer. Zandkorreltjes en ander hard vuil kan dan je cilinder en of zuiger en of kleppen beschadigen. Dit schoonmaken gaat het beste met perslucht. Heb je dit niet, dan met een fietspomp schoonblazen of zelf door een slangetje blazen. Als laatste er een stukje vettige lap met een schroevendraaier doorhalen. Vervolgens kun je de bougie losdraaien. En leg meteen even een schone doek over het gat (of stop er een prop **SCHOON** keukenpapier in). Kom nu niet meer in de koker.

Bekijk de staat van de bougie en meet de elektrode afstand op door middel van voelmaatjes. Is er wat mis, dan weet je meteen welke cilinder het betreft. Een uitleg van hoe je een bougie moet “lezen” staat verderop in dit artikel.

Pak een nieuwe bougie en meet de elektrode afstand. Deze moet goed zijn (ik geef hier niet aan wat het moet zijn, want dat kan voor elke motor weer anders zijn. Je kunt op veel internetsites wel de aanbevolen elektrode afstand vinden, en anders wel op motozoom.nl).

Als de elektrode afstand niet goed is, pak je een voelmaat en steek je die tussen elektrode en massadraad, en tik je voorzichtig tegen een hard object om de massadraad te verbuigen tot de goede afstand. Om de afstand te vergroten heb je speciaal gereedschap, een soort van flessenopener, maar als je voorzichtig bent, kan het ook wel met een schroevendraaiertje of voelmaat.



Figuur 8: het aanpassen van de elektrode afstand

Doe een heel klein beetje kopervet op de schroefdraad van de bougie. Dit heeft verschillende functies: het dicht goed af, het zorgt ervoor dat je de bougie weer makkelijk los kan draaien en het voert makkelijker warmte af naar de cilinderkop. Draai de bougie er vervolgens voorzichtig en met de hand in. Draai de nieuwe bougies na aanslag nog een kwart slag (90 graden dus) verder aan. Als het een bougie is met een conische zitting, moet je deze maar een tikje verder draaien (15 graden). Op de bougieschacht aan het einde van de schroefdraad zit een holle klemring, deze zorgt ervoor dat de bougie op de juiste spanning ingeklemd blijft, tenzij je te hard draait.

DRAAI DE BOUGIE NIET TE HARD AAN. Als je dat wel doet, loop je kans dat je de schroefdraad in de aluminium cilinderkop kapot draait, en dan ben je mooi ver van huis en moet je de draad van de cilinderkop gaan vervangen met een helicoil. Daar heb je weer speciaal gereedschap voor nodig, dus dat wil je allemaal niet. Bovendien kan er rotzooi in je cilinder komen (stukjes schroefdraad), en ik hoef niet uit te leggen wat dat met de zuigerwand doet. Als je een momentsleutel hebt, kun je de aanhaalmomenten uit onderstaande tabel halen.

Bougie type	Schacht diameter	Gietijzer cilinderkop (Nm)	Aluminium Cilinderkop (Nm)
Platte zitting - standaard - met ring	18 ø mm	34 - 44	34 - 44
	14 ø mm	24 - 34	24 - 29
	12 ø mm	15 - 24	15 - 20
	10 ø mm	10 - 15	10 - 12
	8 ø mm	- - -	8 - 10
Conische zitting - zonder ring	18 ø mm	20 - 29	20 - 29
Conische zitting - zonder ring	14 ø mm	15 - 24	10 - 20

Als je de bougie niet hard genoeg aandraait, kun je een oververhitte bougie en te vroege ontsteking krijgen. Als de bougie niet genoeg aangedraaid is, maakt deze niet genoeg contact met de cilinderkop, en kan dus niet goed zijn warmte kwijt (gebruik daarom altijd een beetje kopervet op de schacht).

Druk de bougiekap weer goed vast en controleer of de bougiekap goed past en of de rubber afdichtingsring nog aanwezig is. Ze moeten goed schoon zijn om het overspringen van vonken tegen te gaan.

Herhaal deze procedure totdat je alle bougies vervangen hebt.

Als je alle bougies vervangen hebt, raad ik aan om een oude bougie 500 kilometer lang te bewaren. Heeeeel af en toe is een bougie vanuit de fabriek niet helemaal goed. Dat merk je pas na een aantal kilometers. Als je dan onderweg met een slecht lopende motor komt te staan, heb je in ieder geval nog een goed werkende bougie bij de hand.

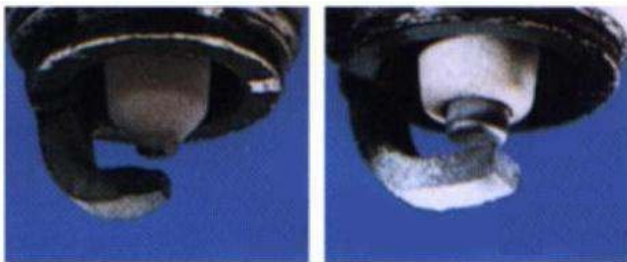
Het lezen van bougies – overzicht

Aan de hand van de kleur en structuur van een bougie kun je aflezen of je motor goed verbrandt. Hierna volgt een overzicht van diagnoses.

Bougiediagnose

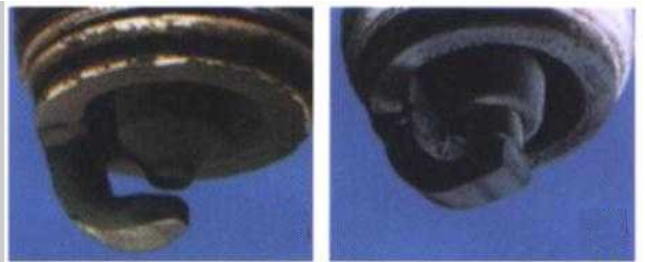
Normaal

NEUS creme of wit of wit/grijs
RING creme



Roetvorming

NEUS mat zwart
RING matzwart



Mogelijke oorzaak:

- Verkeerd mengsel (te rijk)
 - Vervuild luchtfilter
 - Koude startinrichting
- Verkeerde hittegraad van de bougie

Loodafzetting op bougie

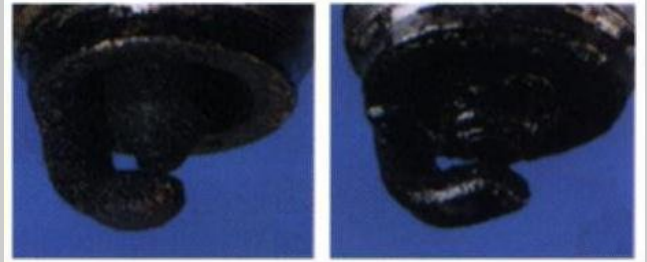


Mogelijke oorzaak:

- Verkeerde brandstof
- Hoge motorbelasting

Olie-afzetting op bougie

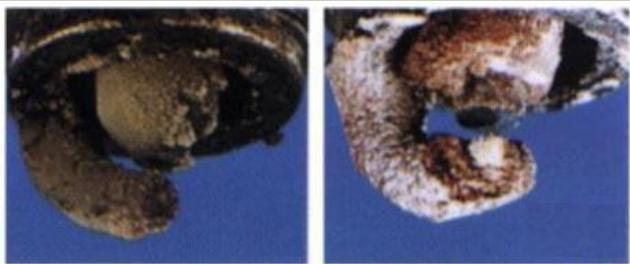
NEUS glimmendzwart
RING glimmendzwart



Mogelijke oorzaak:

- Oliepeil te hoog
- Versleten zuigerring(en)
- Versleten klepgeleider(s)

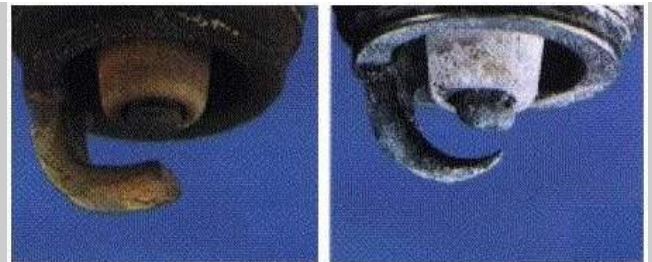
Asafzetting op bougie



Mogelijke oorzaak:

- Verkeerde motorolie

Versleten middelste electrode



Mogelijke oorzaak:

- Bougie te oud
- Motor pingelt
- Te vroege ontsteking door zelfontbranding
 - Afzetting in verbrandingskamer
 - Brandstof en / of olie-additieven

Electrode gesmolten



Mogelijke oorzaak:

- Gloei-ontsteking
- Verkeerd ontstekingstijdstip
- Afzetting in verbrandingskamer
 - Beschadigde kleppen

Gesmolten middelste electrode



Mogelijke oorzaak:

- Gloei-ontsteking
- Verkeerd ontstekingstijdstip
- Afzetting in verbrandingskamer
 - Beschadigde kleppen

- Gebroken verdeler
- Verkeerde brandstof

- Gebroken verdeler

De foto's zijn beschikbaar gesteld door Robert Bosch GmbH

Verder nog een aantal situaties waar ik geen foto's van heb:

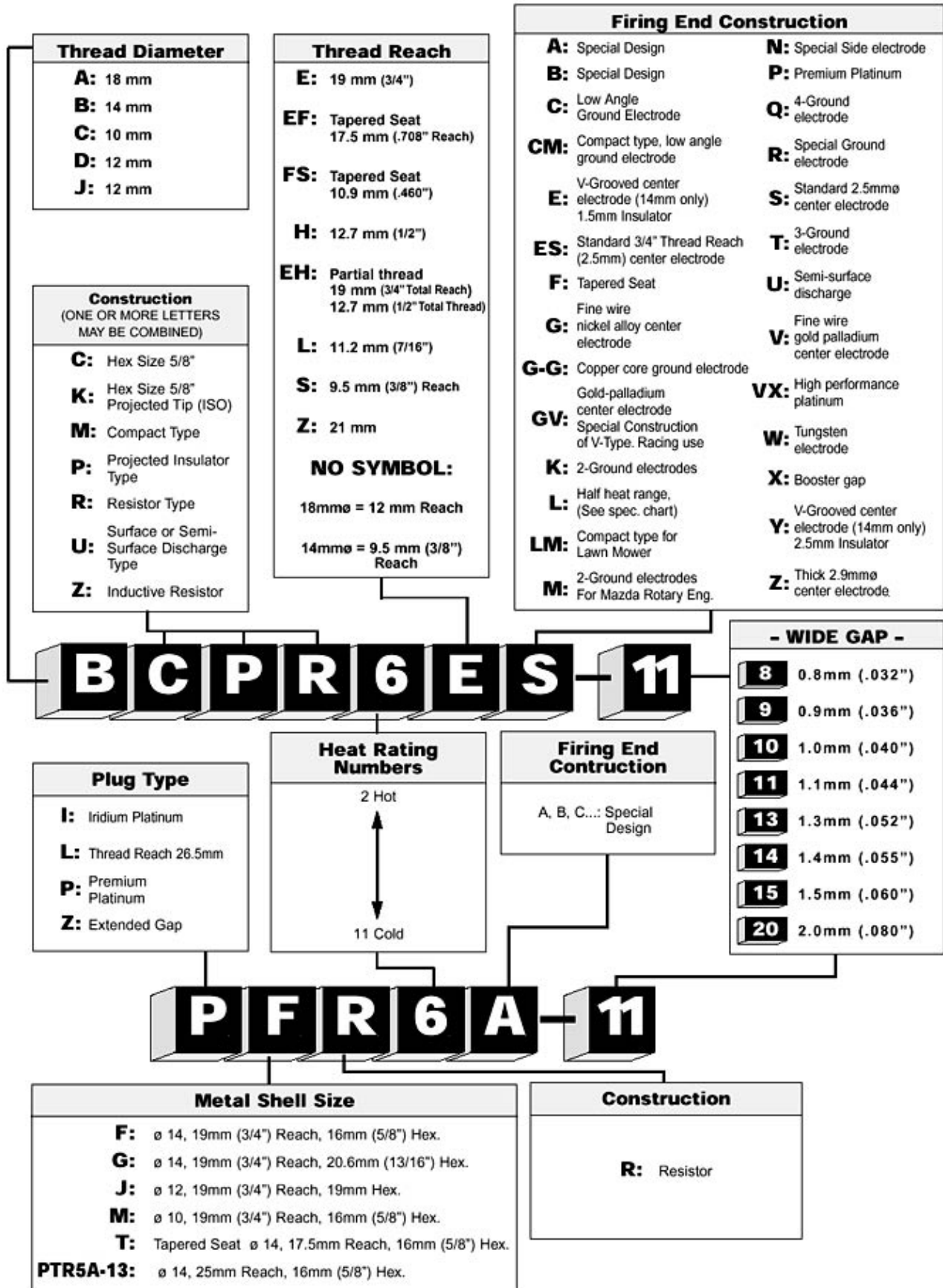
NEUS creme RING matzwart	Te veel benzine en te hete bougie
NEUS creme RING lichtgrijs/wit	Te arm mengsel, te koude bougie: direkt grotere sproeier monteren, anders gaat het vroeg of laat erg fout!!!
NEUS wit/grijs RING wit/grijs	idem alleen nog erger
NEUS witte bloemkool RING creme/grijs	Redelijk mengsel met hoog olieverbruik, de olie compenseert een licht te kort aan benzine, zie je veel bij Amerikaanse fietsen die al een tijdje hier afgebeeld worden...

Bronnen

- <http://www.bosch.com>
- <http://www.ngk.com>
- <http://teddamen.tripod.com/index.htm>
- http://www.ingfatrygg.se/Spark_plug_diagnostics.html
- http://www.mztech.fsnet.co.uk/workshop/wrk_plugs.html
- <http://www.gsxfclub.nl/techniek.htm>
- <http://www.hans-sandmann.nl/bougies.htm>
- <http://www.guzzioot.nl/html/bougies.html>
- <http://www.motor-forum.nl>
- <http://www.autowoordenboek.nl/php/page31.php3>

Appendix: NGK codering

DESIGN SYMBOLS: SPARK PLUGS



Appendix: Bosch codering

Designation codes for Bosch spark plugs (dimensions in mm)

Type of seat and thread W	Version R	Heat-range code number 7	Thread length spark position D	Electrode version T	Electrode material C	Version X
D M18x1.5		13	A			R Bum-off resistor
F M14x1.25		12	B	D		U 1.0
H M14x1.25		11	C	T		V 1.3
M M18x1.5		10	D	Q		W 0.9
U M10x1		9	E			X 1.1
W M14x1.25		8	F			Y 1.5
X M12x1.25		7	G			Z 2.0
Y M12x1.25		6	H	C Copper		0 Deviations from basic version
		5	K	E Nickel-Yttrium		1 PO-version with nickel ground electrode
		4	L	P Platinum		2 Compound ground electrode
		3	M	S Silver		4 Extended insulator nose
		2				
		09				
		08				
		07				
		06				

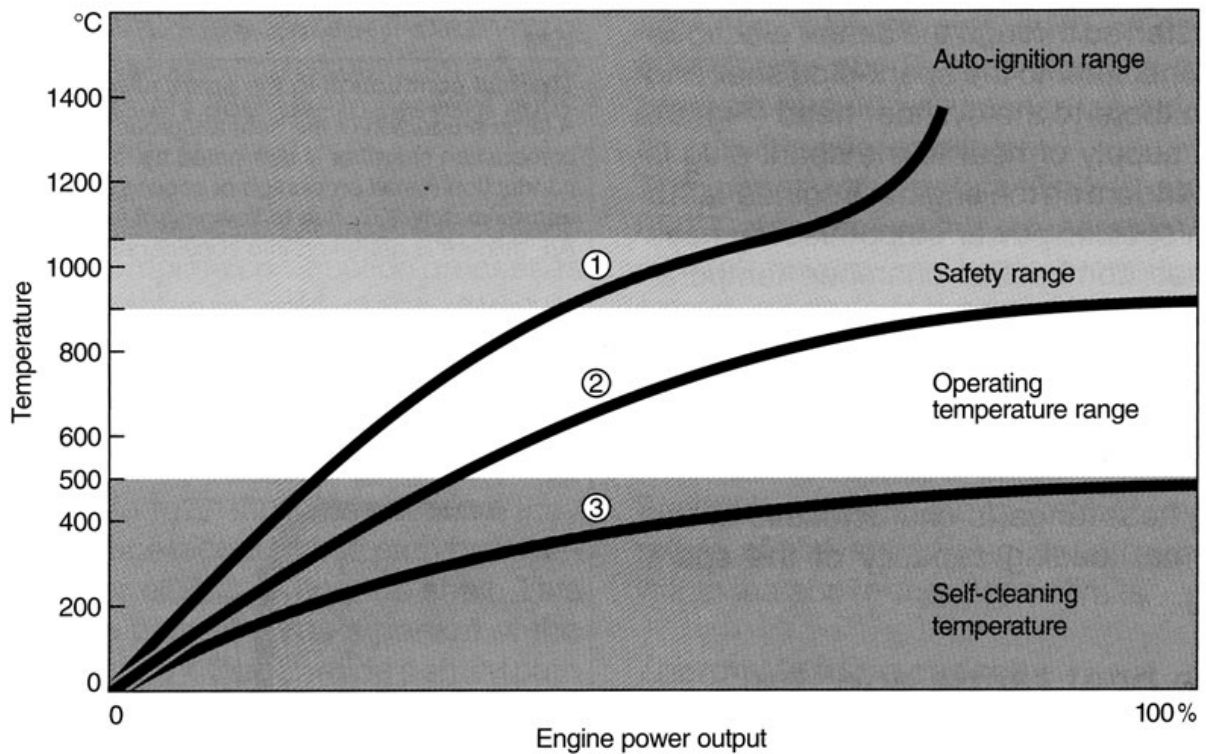
B	Shielded, water-tight, for interference-suppression ignition cable \varnothing 7mm
C	Shielded, water-tight, for interference-suppression ignition cable \varnothing 5mm
E	Surface-gap spark plug without ground electrode
G	Surface-gap spark plug with ground electrode(s)
L	Semi-surface air-gap spark plug
M	For racing and competition purposes
R	With suppression resistor
S	For small, low-power engines

*Short-thread D-type spark plugs:
Thread length 10.9 mm

Appendix: uitleg van bedrijfstemperaturen van bougies

Temperature curves of spark plugs with different heat-range code numbers

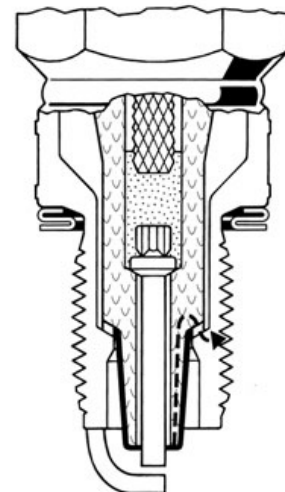
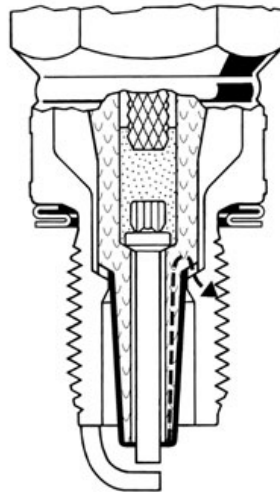
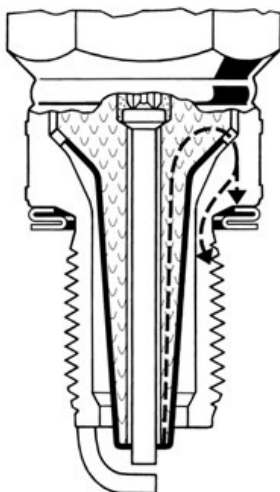
At full load in the same engine.



① Spark plug with high heat-range code number ("hot plug"). Large insulator nose area absorbs much heat, low heat dissipation.

② Spark plug with medium heat-range code number. Insulator nose area smaller than in "hot plug". Lower heat absorption, better heat dissipation.

③ Spark plug with low heat-range code number ("cold plug"). Smaller insulator nose area absorbs little heat. Very good heat dissipation through short thermal conduction path.



— Heat-absorbing surface
 ---- Thermal conduction path