

Symptome

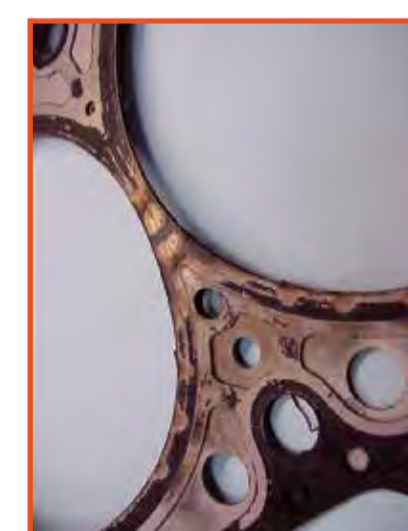
Eine Zylinderkopfdichtung kann aus vielen Gründen versagen. Eine geringfügige Leckage, die nicht behoben wird, verschlechtert sich zunehmend, beeinträchtigt andere Motorfunktionen und führt letztendlich zu einem kapitalen Motorschaden. Selten tritt nur ein Symptom allein auf. Die folgende Tabelle soll bei der Schadensdiagnose helfen.

Allgemeine Auswirkungen

Bei Untersuchung einer defekten Zylinderkopfdichtung zeigen sich unweigerlich Öl- und Wasserflecken, Verfärbungen aufgrund von Hitzeinwirkung, Ölkohleablagerungen, Kompressionsmerkmale und möglicherweise Brand- und Erosionsstellen. Um die Ursache des Problems zu bestimmen, muss besonders auf das prägnanteste Schadensbild geachtet werden, da es sonst zu einer Fehldiagnose kommen kann. Erfahrung und Fachkenntnisse des jeweiligen Motors (Öl- und Wasserkanäle, Service-Rundschreiben der Hersteller) helfen bei der Analyse. Mehr als 80 % der Ausfälle von Zylinderkopfdichtungen sind auf folgende Ursachen zurückzuführen: falsches Anziehen der Schrauben (wobei die Dichtung nicht genügend komprimiert wird), unterlassene Anzugmomentprüfung der Schrauben nach vorgegebener Kilometerzahl, allgemeine Überhitzung des Motors oder gestörte Verbrennungsvorgänge.

Wasser	Niedriger/absinkender Wasserstand im Kühler plus:	Überhitzen plus:
1. Wasser tritt extern aus.	Nasser Motor, Verdunstungsstellen, Wasser auf Fahrwerk/Boden.	Heißer Motorgeruch, Verbrennungsklopfen, Ausdehnungsgeräusche ("Hitze-Tickern") nach Motoren-Stop.
2. Wasser im Ölkanal.	Weißer Emulsion in Zylinderkopfhaube und Ölwanne. Ölstand scheint anzusteigen.	Wie oben, dazu rascher Motorverschleiß, hörbare Lagergeräusche und zunehmender Verbrennungsgaseintritt (Blow-By) in das Kurbelgehäuse.
3. Wasser im Zylinder.	Wie oben plus Verdunstungsstellen im Bereich des Kühlerdeckels und nasser Auspuff.	Wie oben, dazu Leistungsverlust, Dampf aus Auspuff und Kühlerdeckel.
Öl	Absinkender Ölstand plus:	Langsames Überhitzen aufgrund von sinkendem Ölstand plus:
1. Öl tritt extern aus.	Öliger Motor, Schmutzanhaftung, Öl auf Fahrwerk/Boden.	Lagerschaden und Kolbenfresser, wenn Öl verbraucht ist.
2. Öl im Wasserkanal.	Weißer Emulsion im Kühler.	Wie oben, aber mit schnellerer Überhitzung, Kühlerblockverstopfung.
3. Öl im Zylinder.	Verschmutzte Zündkerzen/Einspritzdüsen.	Startschwierigkeiten, Leistungsverlust, Blauer Rauch aus dem Auspuff.
Verbrennungsgas	Hoher Kraftstoffverbrauch plus:	Startschwierigkeiten und Leistungsverlust plus:
1. Gas tritt extern aus.	Verbrannte Oberflächen und Kohlebildung im Bereich der Leckage.	Abgase im Motorraum, Zischende/pfeifende Geräusche bei Motorlauf.
2. Gas im Wasserkanal.	Verdunstungsmarkierungen im Bereich des Kühlerdeckels und allgemein im Motorraum.	Überhitzung, Druckerhöhung und Wasserverlust vom Kühler.
3. Gas im Ölkanal.	Ventiltrieb kann trocken laufen, da die Ölkanäle zum Zylinderkopf verstopft sind.	Ventiltriebgeräusche, mögliche Druckerhöhung im Kurbelgehäuse.
4. Gas im nächsten Zylinder.	Schwarze Ölkohleablagerungen im Auspuffrohr.	Überhitzung, starker Leistungsverlust, Fehlzündungen möglich, kraftstoffreicher Abgasgeruch, schwarzer Rauch, zischendes Geräusch.

Überhitzung



Symptom: Dichtungsmaterial ist hart und verkohlt. Oberflächenrisse sind sichtbar, Brennraumeinfassungen sind verfärbt.
Ursache: Überhitzung bewirkt die Aushärtung des Dichtungsmaterials und mögliche Materialersetzung. Dies reduziert die Dichtfähigkeit der Zylinderkopfdichtung.
Abhilfe: Kühlsysteme gut warten. Beseitigen Sie Leckagen unverzüglich. Ersetzen Sie die Zylinderkopfdichtung, wenn der Motor stark überhitzt wurde. Eine geplante Reparatur ist besser als ein unerwarteter Ausfall oder das Ersetzen beschädigter Zylinderkomponenten. Prüfen Sie vorhandene Kolbenkühlösen auf Ihre Funktionsfähigkeit.

Lockere Montage

Symptom: Keine oder nur wenige Druckspuren auf den Dichtflächen. Die Dicke der Dichtung ist fast die einer neuen, nicht montierten Dichtung. Undichtigkeit tritt bereits in den ersten Stunden auf.
Ursache: Zylinderkopfschrauben unzureichend angezogen.
• Beschädigte oder verschmutzte Gewinde.
• Überschüssiges Öl oder Wasser in den Schraubenlöchern.
(In den oben aufgeführten Fällen wird möglicherweise das korrekte Anzugsmoment verwendet, jedoch nicht ausreichend Anzugskraft erzeugt).
Alte Schrauben wurden wiederverwendet (überdehnte oder bis zum Anschlag angezogene Schrauben sollten immer ersetzt werden).
Abhilfe: Befolgen Sie stets die vom Motorhersteller vorgegebenen Vorgehensweisen für das Ersetzen und das Anziehen von Zylinderkopfschrauben, insbesondere hinsichtlich des Anzugsmoments und der Anzugsreihenfolge. Vergewissern Sie sich, dass die Gewinde nicht beschädigt sind und die Schraubenlöcher frei sind. Beim Anzug der Schrauben entsteht 90% Reibungsverlust. Nur 10% der Anzugskraft stellen die tatsächliche Schraubenspannung her. Aus diesem Grund ist es äußerst wichtig, die Herstellerempfehlungen für die Schmierung von Zylinderkopfschrauben zu kennen und zu befolgen. Beachten Sie, dass einige Hersteller ihre Schrauben beschichten und einen „trockenen“ Einbau empfehlen.

Anormale Verbrennung



Symptom: Weggebranntes Dichtungsmaterial, oft zwischen den Zylindern oder wo klopfende Verbrennung oder Fehlzündungen auftreten. Verfärbungen deuten auf erhöhte Temperaturen an den Brennraumeinfassungen hin und Übertritte von Verbrennungsgasen sind sichtbar.
Ursache: Klopfende Verbrennung und Fehlzündungen erhöhen die lokalisierten Oberflächentemperaturen im Brennraum und schädigen die Dichtung durch Abtrennen des Dichtungsmaterials. Zudem werden übermäßige Zylinderdrücke erzeugt, die der Anzugskraft entgegenwirken und zu einem Ausfall der Dichtung durch Materialermüdung im Brennraumbereich führen.
Abhilfe: Halten Sie das Zündsystem stets in gutem Zustand. Sorgen Sie dafür, dass die Zündkerzen den korrekten Wärmewert und ordnungsgemäßen Elektrodenabstand aufweisen. Verwenden Sie die korrekte Kraftstoffsorte für den jeweiligen Motor und prüfen Sie das Verdichtungsverhältnis nach größeren Arbeiten am Motor.

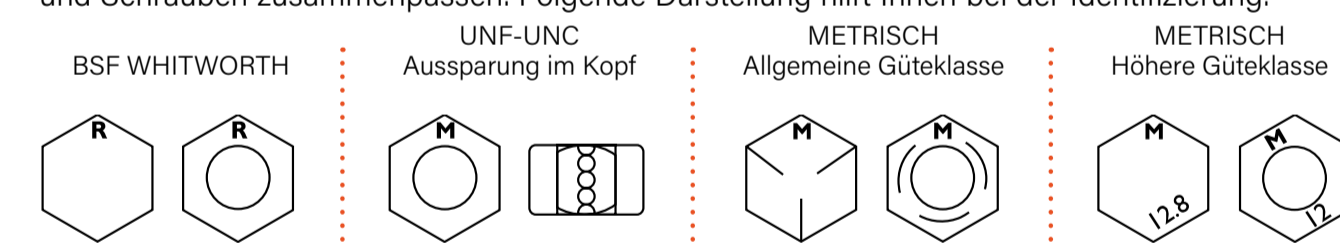
Zylinderkopfschrauben nicht nachgezogen



Symptom: Verschiebung des Dichtungsmaterials und Rissbildung der Brennraumeinfassung aufgrund nachlassender Anzugskraft. Undichtigkeit tritt während der ersten paar tausend Kilometer auf.
Ursache: Je nach Materialtyp und Konstruktion setzen sich einige Zylinderkopfdichtungen etwas, wenn sie Hitze und Vibrationen ausgesetzt werden. Wenn die Zylinderkopfschrauben nach anfänglichem Motorenbetrieb nicht nachgezogen werden, lässt die Anzugskraft nach und Undichtigkeit tritt auf.
Abhilfe: Befolgen Sie stets die Herstelleranweisungen zum Nachziehen der Zylinderkopfschrauben nach einer bestimmten Laufleistung. Wenn Sie den Motor nicht dauerhaft warten, ist ein Aufkleber sinnvoll, mit dem Hinweis, dass ein Nachziehen erforderlich ist.

Schraubenidentifizierung

Gewinde in modernen Fahrzeugen sind fast ausnahmslos metrisch. In vielen älteren Fahrzeugen finden sich jedoch noch verschiedene Gewinnesysteme. Es ist überaus wichtig, dass Muttern und Schrauben zusammenpassen. Folgende Darstellung hilft Ihnen bei der Identifizierung:



Oberflächengüte



Empfehlungen: Um eine effektive Abdichtwirkung zwischen Zylinderkopfdichtung und der Gegenfläche zu erreichen, muss die Oberflächengüte des Zylinderkopfes in Betracht gezogen werden. Eine zu glatte Oberfläche kann zur Bewegung der Dichtung führen und einen Ausfall verursachen. Auch eine zu raue Oberfläche verhindert die effektive Abdichtung. Die untenstehende Tabelle gibt die ungefähren Anforderungen an Oberflächengüten in Mikromillimetern für die verschiedenen Dichtungstypen an. Dabei handelt es sich um allgemeine Richtlinien, die verwendet werden sollten, wenn keine anderen OE-Spezifikationen zur Verfügung stehen.

Oberflächenmerkmal	Dichtungstyp			
	Faser	Graphit	Mehrlagiger Stahl	Stahl-Elastomer
Maximale Rauheit Rz (Einzelmessstrecke)	12µm-15µm (0,80 mm)	12µm-15µm (0,80 mm)	< 12,5µm (abhängig von Beschichtungsdicke (0,80 mm))	12µm-15 µm (0,80 mm)
Welligkeit Wt (Einzelmessstrecke)	< 10µm (2,5 mm)	< 10µm (2,5 mm)	< 10µm (2,5 mm)	< 10µm (2,5 mm)
Planheit	50µm über 150 mm	50 µm über 150 mm	<25µm über 150 mm <25µm insgesamt	50 µm über 150 mm

Umschlüsselungstabelle für Anzugsmomente

Einheit	Nm	Kgf.m	Kgf.cm	Lbf.ft	Lbf.in
1 Nm =		0,102	10,20	0,738	8,85
1 Kgf.m =	9,806		100	7,233	86,79
1 Kgf.cm =	0,098	0,01		0,072	0,868
1 Lbf.ft =	1,356	0,138	13,80		12,00
1 Lbf.in =	0,113	0,011	1,152	0,083	

Weitere Probleme



Einschlüsse: Dichtungen und Komponenten müssen vor dem Einbau gründlich gereinigt werden. Jeder Fremdkörper zwischen den Dichtflächen wirkt sich äußerst negativ auf die Abdichtung aus.



Beschädigung: Eine Zylinderkopfdichtung ist ein empfindliches Bauteil und kann leicht beschädigt werden. Prüfen Sie die Dichtung stets vor dem Einbau und verwenden Sie niemals eine geknickte Dichtung. Verwenden Sie nie eine gebrauchte Zylinderkopfdichtung nochmals.



Verzüge: Zylinderkopfdichtungen dienen der Abdichtung von planen Oberflächen. Verzogene Zylinderköpfe und Motorblöcke beeinträchtigen die Abdichtung. Prüfen Sie stets, dass die Planheit der Flächen den Herstellerangaben entspricht, besonders bei Aluminiumkomponenten. Es ist schwierig, einen für alle Motoren gültigen Wert anzugeben, aber im Allgemeinen kann man einen Verzug von 0,1 mm über die Länge des Zylinderkopfes als die maximal erlaubte Abweichung betrachten.



Dichtmassen: Generell sollten beim Einbau einer Zylinderkopfdichtung niemals Dichtmassen verwendet werden. Falls eine Dichtmasse als notwendig erachtet wird, z. B. an einem T-Punkt, sollte diese sparsam verwendet werden. Überschüssige Dichtmasse kann Kanäle blockieren und dazu führen, dass Schrauben in Blindlöchern hydraulisch blockieren.

