

# Zylinderkopfdichtungen

Alles für die sichere Abdichtung.



Das Original

# Elring – Das Original

Der Erfolg der Marke „Elring – Das Original“ basiert auf der Innovationsstärke und Erstausrüstungs-Kompetenz der ElringKlinger AG, die weltweit über 8.500 Mitarbeiter an 47 Standorten beschäftigt. Als Technologieführer ist die Unternehmensgruppe ein gefragter Entwicklungspartner und Serienlieferant für Zylinderkopf- und Spezialdichtungen, Kunststoff-Leichtbauteile, Abschirmteile sowie Abgasreinigungssysteme. Darüber hinaus ergänzen Komponenten für Lithium-Ionen-Batterien und für Brennstoffzellen sowie Produkte aus dem Hochleistungskunststoff PTFE das Portfolio. Die maßgeschneiderten Bauteile von ElringKlinger für Motor, Getriebe, Abgassystem, Unterboden, Karosserie und Fahrwerk werden von nahezu allen Automobil- und Motorenherstellern sowie zahlreichen Zulieferunternehmen eingesetzt.

Die Ersatzteilmarke Elring bietet alles in einem: Erstausrüstungs-Qualität, ein umfassendes Sortiment, Funktionssicherheit und ein leistungsstarkes Servicekonzept. Handelspartner und Autowerkstätten werden aktiv unterstützt durch Online-Kataloge, technische Dokumentationen, Explosionszeichnungen für Lkw und Transporter, vielfältige Schulungsangebote, den Elring-Dichtmassenberater sowie das Schulungstool Elring-Akademie. Hinzu kommen praxisgerechte Montage-Videos, monatliche Newsletter mit Themen rund um die Motorabdichtung sowie die Service-Hotline, die bei Bedarf schnell und kompetent weiterhilft.

Mit original Elring-Produkten machen Handelspartner, Werkstätten und deren Kunden weltweit gute Erfahrungen. Hierzu zählen neben Zylinderkopf- und Nebendichtungen auch Radialwellendichtringe, Ventilschaftdichtungen, Dichtmassen, Zylinderkopfschraubensätze sowie komplette Dichtungssätze.

## **INHALT**

- 04 Anforderungen und Einflüsse
- 05 Bauarten
- 06 Metaloflex™-Metalllagen-Zylinderkopfdichtungen
- 08 Metall-Elastomer-Zylinderkopfdichtungen
- 09 Metall-Weichstoff-Zylinderkopfdichtungen
- 10 Nur neue Zylinderkopfschrauben sind 100 % sicher
- 12 Motorschaden – Ausfallursache Zylinderkopfdichtung?
- 13 Schadensbild und Ursachen „Gasübertritt“
- 18 Schadensbild und Ursachen „Überhitzung“
- 20 Schadensbild und Ursachen „Öl- und Kühlmittelundichtheiten“
- 23 Schadensbild und Ursachen „Mechanische Einwirkungen“
- 24 Schadensbild und Ursachen „Unregelmäßiger Verbrennungsablauf“
- 26 Fachgerechte Montage der Zylinderkopfdichtung in sieben Schritten
- 28 Auswahl der richtigen Zylinderkopfdichtung bei Dieselmotoren
- 30 Elring-Service





# Anforderungen und Einflüsse

Zylinderkopfdichtungen sind technologische Maßarbeit und werden anforderungsspezifisch in enger Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Kunden entwickelt. Immer mit Blick auf das Gesamtsystem Motor und das Zusammenspiel aller Bauteile. Als Schlüsselkomponenten tragen Zylinderkopfdichtungen zu einem effizienten, sicheren und wirtschaftlichen Motorbetrieb bei. Sie sorgen für die zuverlässige Abdichtung von Brenngas, Kühlmittel und Öl. Als Kraftübertragungsglied zwischen Kurbelgehäuse und Zylinderkopf haben sie zudem einen erheblichen Einfluss auf die Kraftverteilung innerhalb des gesamten Verspannungssystems und die dadurch verursachten elastischen Bauteilverformungen.

ElringKlinger verfügt über mehr als 135 Jahre Erfahrung in der Dichtungstechnik. Darauf basieren die Innovationskraft, einzigartige Materialkompetenz und das umfassende Produktions-Know-how im Bereich hochpräziser Metallverarbeitung (Stanz-, Präge- und Umformprozesse) in Kombination mit verschiedenen Beschichtungsverfahren und Kunststofftechnik. Als Technologieführer setzt ElringKlinger modernste Entwicklungs- und Erprobungstools ein, dazu zählen beispielsweise die analytische Untersuchung des Dichtverbands bis hin zur Lebensdauerprognose von Sicken mittels FEM. Außerdem werden

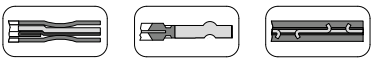
im Bereich Hardware-Simulation Verschleißmechanismen im Motor und an der Zylinderkopfdichtung untersucht, zum Beispiel anhand von Reibverschleißtests.

Ob Metaloflex™-, Metall-Elastomer- oder Metall-Weichstoff-Zylinderkopfdichtungen: Sämtliche Bauarten von ElringKlinger erfüllen höchste Qualitätsansprüche und bieten selbst unter kritischen Randbedingungen, wie hohen Drücken und Temperaturen oder aggressiven Medien, optimale Funktionssicherheit und Leistungsfähigkeit.

## ANFORDERUNGEN AN DIE ZYLINDERKOPFDICHTUNG

- Gasdicht
- Kühlmitteldicht
- Öldicht
- Verformungsfähig
- Dynamisch
- Nachzugsfrei
- Verzugsarm
- Beständig gegen chemische Einflüsse von Verbrennungsgasen, Schmier- und Kühlmitteln
- Dauerhaltbarkeit

## EINFLÜSSE AUF DIE ZYLINDERKOPFDICHTUNG

Brenngastemperatur	+1.800 °C - +2.500 °C								
Temperaturen im Zylinderkopfbereich	Ottomotoren ≤ 270 °C Dieselmotoren ≤ 300 °C								
Verbrennungsdruck	Ottomotoren ≤ 140 bar Dieselmotoren ≥ 270 bar								
Verformung	Durch den Zünddruck je Zündvorgang verformt sich der Dichtspalt um 2 - 10 µm in Hubrichtung. Durch Biegen des Zylinderkopfs und des Zylinderrohrs ergeben sich je nach Schraubenanordnung und Dimensionierung auch Schiebebewegungen in Querrichtung								
Werkstoffe	Wärmespannungen erzeugen zusätzliche Schiebebewegungen Dichtflächen des Zylinderkopfs/Motorblocks aus Aluminiumlegierungen, auch Graugussbauteile möglich								
Oberflächenrauigkeit	 <table border="0"> <tr> <td><math>R_z</math></td> <td>15 - 20 µm</td> <td>11 µm</td> <td>11 - 20 µm</td> </tr> <tr> <td><math>R_{max}</math></td> <td>20 - 25 µm</td> <td>15 µm</td> <td>15 - 20 µm</td> </tr> </table>	$R_z$	15 - 20 µm	11 µm	11 - 20 µm	$R_{max}$	20 - 25 µm	15 µm	15 - 20 µm
$R_z$	15 - 20 µm	11 µm	11 - 20 µm						
$R_{max}$	20 - 25 µm	15 µm	15 - 20 µm						
Kühl- und Schmiermittel	Wasser - Frost-/Korrosionsschutz-Gemisch +80 °C - +110 °C; Druck 1 - 2 bar Motorenöl +80 °C - +150 °C; Druck 2 - 4 bar (warm) bis 10 bar (kalt)								
Konstruktive Besonderheiten	z. B. an Buchsenmotoren, Brennraum, Kühlmittelkanal								

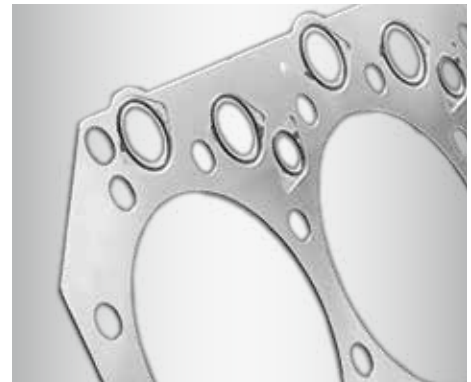
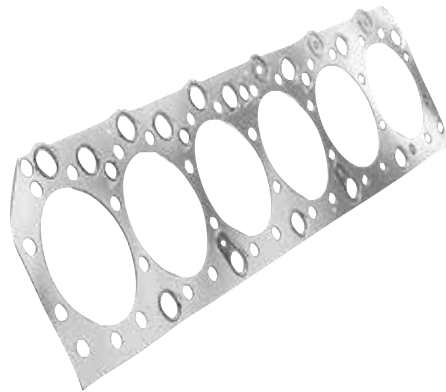
# Bauarten

Zylinderkopfdichtungen gibt es in den drei Bauarten: Metalloflex™, Metall-Elastomer und Metall-Weichstoff für die verschiedenen Motorkonstruktionen.

## METALLOFLEX™-METALLLAGEN-ZYLINDERKOPFDICHTUNGEN



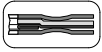
## METALL-ELASTOMER-ZYLINDERKOPFDICHTUNGEN



## METALL-WEICHSTOFF-ZYLINDERKOPFDICHTUNGEN



# Metaloflex™-Metalllagen-Zylinderkopfdichtungen



Metaloflex™-Metalllagen-Zylinderkopfdichtungen bestehen aus gesickten Federstahllagen; sie sind je nach Anwendung ein- oder mehrlagig. Durch den modularen Aufbau mit den Funktionselementen Beschichtung, Sicke und Stopper lassen sie sich individuell und ganz gezielt auf den jeweiligen Motor abstimmen.

ElringKlinger ist mit einer jährlichen Produktionsmenge von rund 45 Millionen Stück der weltweit größte Hersteller von Metalllagen-Zylinderkopfdichtungen. Diese Dichtungsbauart wird in allen modernen Pkw und Range-Extendern bis hin zu kleinen und mittelgroßen Transportern und Nutzfahrzeugen eingesetzt. Motoren-Downsizing, Leichtbaukonstruktionen, selektive Zylinderabschaltung und Hybridtechnik erhöhen die Anforderungen an Zylinderkopfdichtungen weiter. Geringere Wandstärken und eine niedrigere Steifigkeit der Bauteile, die gleichzeitig höheren Temperaturen ausgesetzt sind, sowie steigende Zünddrücke erfordern hocheffiziente, maßgeschneiderte Dichtkonzepte.

Besonders bei Dieselmotoren und Hochleistungs-Ottomotoren mit Direkteinspritzung zeigt sich die technische Überlegenheit:

- Metall-Technologie
- Elastische Abdichtung mit Sicken für die Makroabdichtung
- Elastomerbeschichtung für die Mikroabdichtung
- Hohe thermische Standfestigkeit
- Kompensation von hohen dynamischen Dichtspalt-schwingungen
- Variable Einbaudicken, Schadraumminimierung

## STOPPER

Am Umfang des Brennraums werden die Motorbauteile durch den Stopper elastisch vorgespannt. Damit wird eine Reduzierung der durch die Gaskraft verursachten Dichtspalt-schwingungen erreicht. ElringKlinger beherrscht sämtliche Technologien, ob lasergeschweißte Stopper, umgefaltete Stopper oder aber geprägte Stopper, bei denen zwischen Prägungen in den Funktionslagen (Segment, Mäander, Noppen) und im Trägerblech (Karo) zu unterscheiden ist.

## HALBSICKEN

Die Halbsicken erzeugen eine Zwei-Linien-Pressung. Sie dichten entlang der Kühlflüssigkeits- und Motoröldurchtritte, entlang der Schraubenlöcher und umlaufend um die äußere Dichtungskontur ab.

## VOLLSICKEN

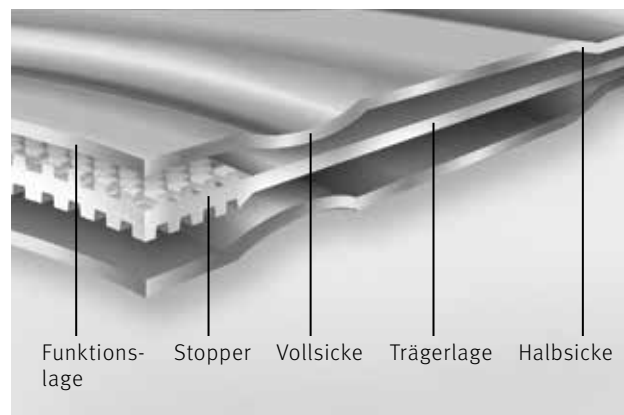
Die Vollsicken erzeugen am Brennraumumfang eine Drei-Linien-Pressung. Durch dieses elastische Dichtelement können sehr hohe Zünddrücke abgedichtet werden. Auch unter großen dynamischen Dichtspalt-schwingungen.

## FUNKTIONSLAGEN

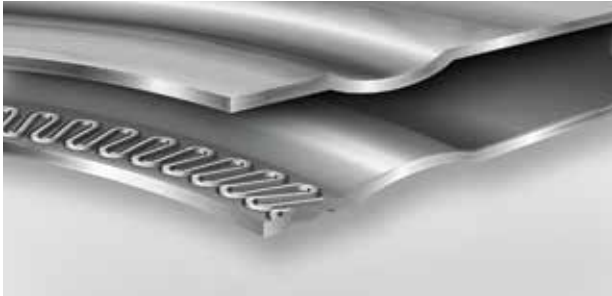
Diese elastomerbeschichteten Federstahllagen sind mit elastischen Sicken ausgestattet.

## TRÄGERLAGE

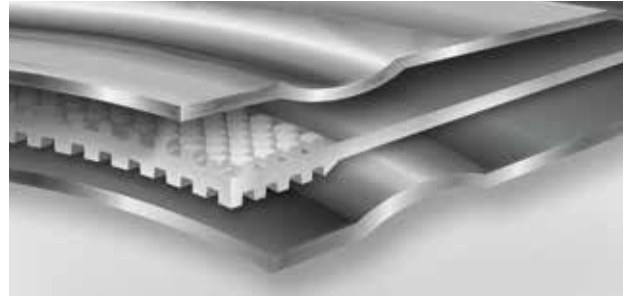
Die zentrale Funktion der Trägerlage ist die Anpassung der Dichtungsdicke an die konstruktiv erforderlichen Einbaubedingungen.



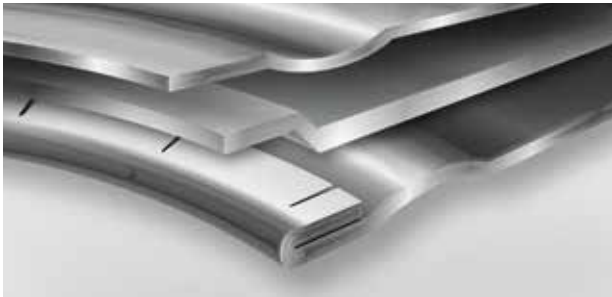
**GEPRÄGTE STOPPER**



Mäanderstopper in Funktionslage

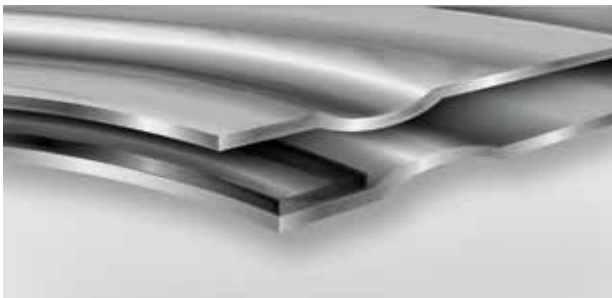


Karostopper in Trägerlage

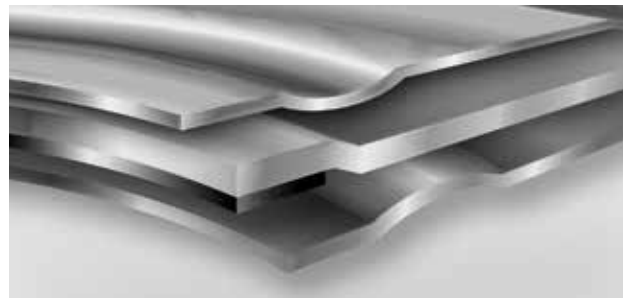


Segmentstopper in Funktionslage

**LASERGESCHWEISSTE STOPPER**

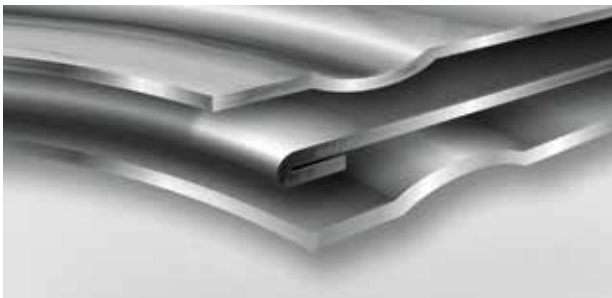


Ohne Trägerblech

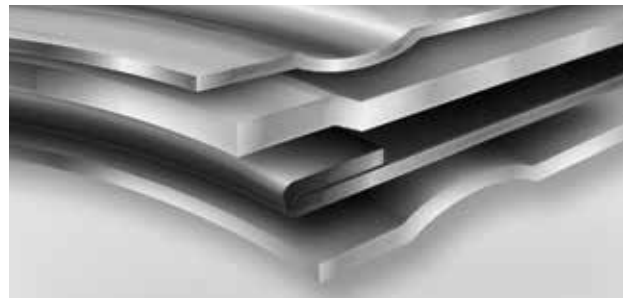


Mit Trägerblech

**UMGEFALZTE STOPPER**

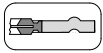


Ohne Trägerblech



Mit Trägerblech

# Metall-Elastomer-Zylinderkopfdichtungen



Metall-Elastomer-Zylinderkopfdichtungen von ElringKlinger bestehen aus Metallträgern mit anvulkanisierten Elastomerprofilen. Diese Dichtungstechnologie wird hauptsächlich bei hochleistungsfähigen Motorengenerationen im Nutzfahrzeug-Bereich mit Turboaufladung und Ladeluftkühlung eingesetzt. Für innovative Antriebskonzepte mit Vierventiltechnik, modernen Einspritzsystemen, einer leichteren Bauweise, höheren Zünddrücken und einer maximierten Motorleistung. Zünddrücke bis 290 bar, Motorleistungen über 2.000 kW und Motorlaufleistungen von über 1,5 Millionen Kilometer werden sicher beherrscht. Basis für diese große Leistungsstärke ist die spezifische Dichtungsdruckverteilung in den Bereichen Motorblock und Zylinderkopf. Im Brennraumbereich ist die Dichtungsdruckverteilung hoch, im Flüssigkeitsbereich niedrig.

## ELASTOMERDICHTLIPPEN

Sie übernehmen die Kühlwasser- und Ölabdichtung. Material und Geometrie werden an den jeweiligen Motor angepasst. Mit dieser Metall-Elastomer-Konstruktion lassen sich auch schmale Dichtstege abdichten.

## TRÄGERLAGE

Für die Trägerlage werden je nach Anforderung des Motors korrosionsgeschützte Stähle, mikrolegierte Stähle, Edelstahl oder bei mehrlagiger Ausführung ein spezieller Federstahl eingesetzt. Im Brennraumbereich besitzt sie eine Sicke, welche zusammen mit der Brennraumunterlage (bei einlagiger Ausführung) oder zusammen mit der Brennraumeinfassung (bei mehrlagiger Ausführung) die Einbaudicke definiert und die Gasabdichtung übernimmt. Die Elastomerdichtlippen sind direkt anvulkanisiert, wohingegen die Brennraumeinfassungen und Abstützungen montiert werden.

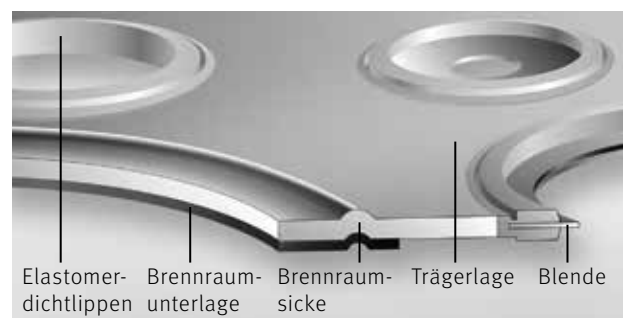
## BRENNRAUMEINFASSUNG UND BRENNRAUMUNTERLAGE

Die Brennraumeinfassung und die Brennraumunterlage (bei mehrlagiger Ausführung) regeln anhand ihrer Dicke die Schraubkraftverteilung auf Brennraum, Elastomerdichtlippe und Abstützung. Mittels der Brennraumeinfassung bzw. der Brennraumunterlage wird die Einbaudicke der Zylinderkopfdichtung im Brennraumbereich im Verhältnis zum übrigen Abdichtungsbereich etwas erhöht. Es kommt zu einer Dichtungsdrucksteigerung am Brennraum, welche zusammen mit der Brennraumsicke die Gasabdichtung bewirkt. Zur Mikroabdichtung wird zudem eine dünne, organische Oberflächenbeschichtung aufgebracht.

## BRENNRAUMSICKE

Die als Vollsicke ausgeführte Brennraumsicke bewirkt eine Erhöhung der Dichtungsdruckverteilung in Form einer Linienkontur. Bei der einlagigen Ausführung dichtet die Sicke statisch ab. Eine elastische Sicke aus Federstahl sorgt bei der mehrlagigen Ausführung entlang des Brennraumrands für eine homogene Dichtungsdruckverteilung. Diese ist in der Lage, dynamischen Dichtspaltbewegungen zu folgen. In dieser Konstruktion liegt die Sicke direkt unter der Brennraumeinfassung und damit im Krafthauptschluss zwischen Zylinderkopf und Motorblock.

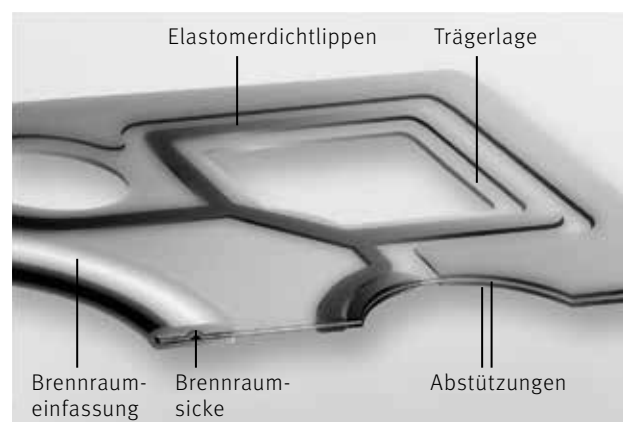
## Lösung mit einer Lage



## BLENDE

Zur Steuerung der Kühlmittelströme kommen einvulkanisierte Blenden mit unterschiedlichen Strömungsquerschnitten zur Anwendung.

## Lösung mit mehreren Lagen

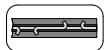


## ABSTÜTZUNGEN

Die metallischen Abstützungen, welche speziell bei mehrlagigen Ausführungen verwendet werden, begrenzen die Zylinderkopfdurchbiegung und schützen darüber hinaus die Elastomerdichtlippen vor zu großen Pressungen.



# Metall-Weichstoff- Zylinderkopfdichtungen

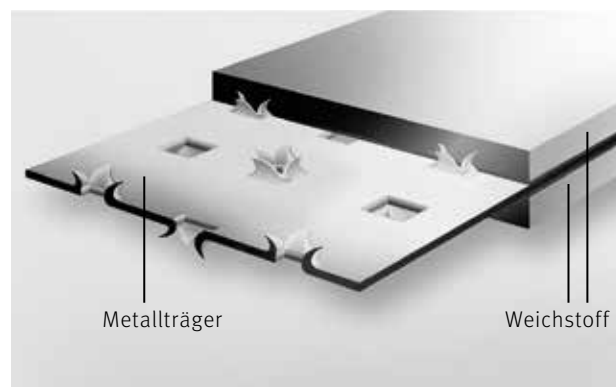


Metall-Weichstoff-Zylinderkopfdichtungen von ElringKlinger bestehen aus einem gezackten Trägerblech mit beidseitig aufgewalzter Weichstoff-Auflage. Der Brennraumdurchgang ist mit einer Metalleinfassung versehen – sie erhöht die Pressung im Brennraum und schützt den Weichstoff gegen die heißen Brenngase. Zur Flüssigkeitsabdichtung kommt bei Bedarf eine linienförmige Elastomerbeschichtung zum Einsatz. Dadurch entsteht eine höhere örtliche Pressung und damit eine optimale Anpassung der Dichtfläche an die Oberflächenrauigkeit. Speziell im Druckölbereich werden bei dynamisch höher beanspruchten Motoren Elastomerelemente verwendet. Vollflächige Oberflächenbeschichtungen verhindern das Kleben und stellen die Mikroabdichtung sicher.

Die besonderen Stärken von Metall-Weichstoff-Zylinderkopfdichtungen liegen in den folgenden Bereichen:

- Anpassung an die Motorenbauteile durch Weichstoffplatten
- Pressungserhöhung und thermischer Schutz durch Metalleinfassung am Brennraum
- Zusätzliche Sicherheit in der Flüssigkeitsabdichtung durch Silikonsiebdruck

Diese Bauart kommt bei Motorneukonstruktionen aufgrund der erweiterten Funktionspotenziale der Bauarten Metaloflex™ und Metall-Elastomer praktisch nicht mehr zur Anwendung. Eine bedeutende Rolle wird die Metall-Weichstoff-Zylinderkopfdichtung auf lange Jahre bei der Reparatur und Instandsetzung alter Motorgenerationen spielen.



# Nur neue Zylinderkopfschrauben sind 100 % sicher

Die neuen Motorengenerationen besitzen verbesserte Dichtkonzepte, die der Motorkonstruktion angepasst wurden. Um dem Motor ein weiteres langes Leben zu garantieren, ist es unabdingbar, dass bei der Zylinderkopfinstandsetzung der Originalzustand des Motors wiederhergestellt wird. Die Funktion der Zylinderkopfschrauben spielt dabei eine elementare Rolle. Zylinderkopfschrauben sind die Konstruktionselemente des Zylinderkopfdichtverbands, welche die notwendige Gesamtkraft auf der Zylinderkopfdichtung erzeugen. Sie sorgen dafür, dass in jedem Betriebszustand des Motors eine ausreichende und definiert verteilte Dichtpressung auf der Zylinderkopfdichtung zur Verfügung steht. Dies ist nur mit einer neuen Zylinderkopfdichtung und neuen Zylinderkopfschrauben möglich.



Außerdem müssen neue Zylinderkopfschrauben nach den entwickelten Anziehverfahren und Anziehreihenfolgen der Motoren- und Dichtungshersteller eingeschraubt werden. Der Anzug mit Drehmoment und Drehwinkel führt zu einer gezielten Ausnutzung der Schraubencharakteristik, wobei sehr kleine Schraubenkraftdifferenzen erreicht werden. Die Schrauben werden dazu über die Streckgrenze hinaus bis in den plastischen Verformungsbereich angezogen.



Eine bereits verwendete Schraube wird neben einer plastischen Längung, die mit einer Verkleinerung des Schafts- bzw. Gewindequerschnitts einhergeht, auch in den Festigkeits- und Dehneigenschaften des Schraubenwerkstoffs verändert. Dadurch ist eine gleichmäßige Spannungsverteilung und Elastizität im Schraubenschaft, welche die Bauteildehnungen und Relativbewegungen in modernen Motorkonstruktionen ausgleicht, nicht mehr gegeben. Ein weiterer Punkt ist, dass bei bereits verwendeten Schrauben die Gewindegänge durch die hohe Schraubenkraft einseitig verformt werden (siehe Bild rechts). Die gefertigten Gewinde haben im Originalzustand eine Toleranz von 6 g, d. h. im hundertstel Millimeterbereich, aber schon nach einmaligem Gebrauch liegen diese außerhalb der Toleranzwerte. Auch die speziell entwickelten Oberflächenbeschichtungen von Zylinderkopfschrauben, die besonders günstige Reibungsbedingungen unter der Kopfauflage und im Gewinde garantieren, erreichen nur im unbeschädigten Neuzustand die gewünschten Reibungszahlen von 0,12 – 0,14  $\mu$ .

Für eine fachgerechte Reparatur des Zylinderkopfdichtverbands gelten deshalb die Vorgaben der Motoren- und Dichtungshersteller. Nur bei Einhaltung dieser Vorgaben sind eine optimale Verspannung und funktionierende Dichtverbindung möglich:

- Neue Zylinderkopfdichtung und neue Zylinderkopfschrauben verwenden
- Anziehmomente und Anziehungswinkel beachten
- Anziehreihenfolge einhalten
- Verzugsfreie, gereinigte Motorbauteile einsetzen
- Einbau nur durch geschultes Fachpersonal
- Qualitätswerkzeuge verwenden

Bereits verwendete und plastisch gelängte Schrauben dürfen auf keinen Fall wiederverwendet werden. So beugt man möglichen Folgeschäden wie Leckagen und den daraus resultierenden diversen Reparaturkosten, verärgerten Kunden und Imageverlust vor.

Mit dem Zylinderkopfschrauben-Komplettprogramm von Elring sparen Sie Zeit und Geld. Alles aus einer Hand: die Zylinderkopfdichtung und den passenden Zylinderkopfschraubensatz

- für nahezu alle Pkw und Nkw in geprüfter Qualität
- pro Motorreparatur zusammengestellt
- in einem Spezialkarton mit Gewindeschutz verpackt
- bequem und schnell direkt von Elring



# Motorschaden – Ausfallursache Zylinderkopfdichtung?

## Tatsächliche Ursachen und Maßnahmen

Bei Motorausfällen wird die Ursache oft irrtümlich bei der Zylinderkopfdichtung gesucht. Dies ist aus Sicht des Werkstatt-Spezialisten im Grunde nachvollziehbar, da die Montage in der Regel sorgfältig unter Einhaltung der Reparaturanleitung durchgeführt wurde.

### DIE VERBORGENEN WIRKLICHEN URSACHEN

Analysiert man die Fälle aus der Praxis vieler Jahre, zeigt sich deutlich: Die auslösenden Ursachen für Motorschäden sind häufig ganz andere. Die Zylinderkopfdichtung ist meist das letzte Glied in der Kette, an dem der Schaden zutage tritt – wenn sie ihre eigentliche Aufgabe, das Abdichten, nicht mehr zu 100 % erfüllen kann. So wird die Zylinderkopfdichtung schließlich als schadhafte Teil zur Reklamation an den Hersteller eingereicht.

## Welche möglichen Undichtheiten/Leckagen können an Zylinderkopfdichtungen auftreten?

Wenn wir von Undichtheiten oder auch Leckagen im Abdichtungsbereich des Zylinderkopfs sprechen, sind dies normalerweise die Medien

- Gas
- Wasser
- Öl

### ARTEN DER GASUNDICHTHEIT

- Vom Verbrennungsraum über den Steg zum benachbarten Verbrennungsraum
- Vom Verbrennungsraum zum Kühlkreislauf

Diese Undichtheiten führen normalerweise zu erheblichen Schäden und letztendlich zur Zerstörung der Dichtung. Je nach Belastung des Motors kann dies schlagartig, aber auch erst nach einer gewissen Zeit erfolgen.

### ARTEN DER WASSERUNDICHTHEIT

- Von innen nach außen
- Zum Ölkreislauf
- Zum Brennraum

### ARTEN DER ÖLUNDICHTHEIT

- Von innen nach außen
- Zum Kühlwasserkreislauf

## Warnsignale ernst nehmen und handeln

Wenn Sie Unregelmäßigkeiten im Betriebszustand des Motors feststellen, wie z. B. schlechtes Kaltstartverhalten, Motor läuft beim Kaltstart nicht auf allen Zylindern, Leistungsverlust, Kühlwassertemperatur im roten Bereich, Öl im Kühlwasser usw., sollten Sie umgehend entsprechende Maßnahmen ergreifen. In diesem Stadium besteht noch die Möglichkeit, einen größeren Motorschaden zu verhindern.

### WICHTIG

Zuerst die Ursache ermitteln, bevor die Reparatur durchgeführt wird. Beachten Sie unbedingt die allgemeinen Montagevorschriften der Motorenhersteller. Andernfalls kann der Schaden nach einer nicht fachgerechten Reparatur wieder auftreten.



# Schadensbild und Ursachen „Gasübertritt“

## Schwarzfärbung ist ein deutliches Zeichen

Das Überblasen von Verbrennungsgasen an den Brennraumeinfassungen der Zylinderkopfdichtung ist eine der am häufigsten vorkommenden Ursachen, die eine Demontage des Zylinderkopfs notwendig machen.

Ein deutliches Indiz sind sichtbare Schwarzfärbungen auf den metallischen Einfassungen bzw. im daran angrenzenden Weichstoffbereich der Dichtung. Durch die hohen Gastemperaturen wird der Weichstoff an diesen Stellen thermisch überlastet und kann sogar verbrennen. Oft finden die Gase den Weg in den Kühlkreislauf. Zu erkennen ist dies durch aufsteigende Gasblasen im Kühler bzw. durch Überhitzung des Kühlkreislaufs (Druck im Kühlkreislauf steigt und Kühlmittel entweicht über das Überdruckventil – Kühlmittelverlust). Im schlimmsten Fall ist eine totale Zerstörung der Einfassung die Folge. Eine gleichmäßige Verfärbung der Brennraumeinfassung ist im Gegensatz dazu als normal anzusehen und ist abhängig vom Stahlwerkstoff und der verwendeten Oberflächenbeschichtung.



## Häufigste Ursachen

In vielen Fällen kommt eine ungenügende Verpressung der Dichtung in diesem thermisch sehr stark beanspruchten Bereich als Ursache in Frage. So z. B. durch die Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Anzugswerte der Zylinderkopfschrauben, der Montagerichtlinien oder die Verwendung von alten Schrauben. Nicht plane (verzogene), zu raue Oberflächen der Bauteile tragen ebenfalls dazu bei, dass keine ausreichende Verspannung der Dichtung vorliegt. Auch ungewöhnlich hohe Beanspruchungen des Motors im Fahrbetrieb können zu einer thermischen Überlastung der Brennraumabdichtung und in Folge zur Zerstörung führen.

### EIN BEISPIEL

Der Vollastbetrieb unmittelbar nach dem Kaltstart hat extreme Schiebebewegungen zwischen Kurbelgehäuse (Grauguss) und Zylinderkopf (Aluminium) zur Folge, die die Dichtung extrem belasten. Außerdem sind die Vorspannkräfte der Zylinderkopfschrauben unter diesen Bedingungen niedrig, was erhöhte dynamische Dichtspaltbewegungen zu Kurbelgehäuse und Zylinderkopf zur Folge hat.

Besonders bei Lkw-Motoren kommt es vor, dass das vorgeschriebene Buchsenüberstandsmaß durch Unkenntnis nicht vorhanden ist oder durch Montagefehler falsch eingestellt wurde, die Buchsenauflage im Motorblock nicht nachgearbeitet oder die Buchse ungenügend eingepresst wurde. Dadurch senken sich die Laubbuchsen ab und die notwendige Dicht-  
pressung geht verloren. Den Verbrennungsgasen ist der Weg in die hinteren Bereiche der Dichtung frei gemacht, wo diese dann die elastomeren Dichtelemente bzw. den Dichtungsweichstoff an den Wasser- und Öldurchgängen zerstören.



# Schadensbild und Ursachen „Gasübertritt“

## 1. Ausfall der Nkw-Zylinderkopfdichtung durch Gasübertritt

### SCHADENSBILD

Zwischen den Zylindern zwei und drei (Auslassbereich) ist starkes Gasüberblasen vorhanden. Der Dichtungsweichstoff ist im Bereich der Wasserlöcher zerstört.



### URSACHE

Durch Nicht-Einhalten der vom Hersteller vorgeschriebenen Schraubenanziehmethode wurde die Zylinderkopfdichtung nicht ausreichend gespannt. Dadurch kam es zu einem Gasübertritt ins Kühlwasser. Die Folgen waren hoher Kühlmitteldruck und Verlust von Kühlmittel sowie die Zerstörung der Zylinderkopfdichtung.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

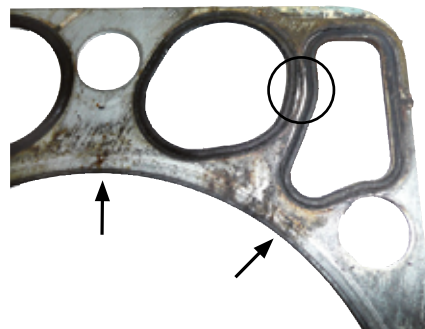
- Zylinderlaufbuchse hat sich gesenkt
- Bauteile haben sich verzogen
- Zu hohe Oberflächenrauheit der Motorbauteile Zylinderkurbelgehäuse und Zylinderkopf
- Es wurden keine neuen Qualitätszylinderkopfschrauben verwendet

### MASSNAHME

Aus Qualitäts- und Sicherheitsgründen unbedingt neue Zylinderkopfschrauben verwenden. Zylinderkopfschrauben mit dem vorgeschriebenen Anzugsdrehmoment gemäß Herstellervorgabe anziehen. Befolgen Sie die allgemeinen Montagevorschriften der Motorenhersteller.

### SCHADENSBILD

Am Stoßeldurchgang ist das Elastomer-Dichtelement vom Dichtungsträger losgelöst. Ebenso am Wasserdurchgang, wodurch ein starker Wasserverlust entsteht.



### URSACHE

Eine nicht plane Oberfläche des Zylinderkopfs verursachte einen Gasübertritt. Die Elastomer-Dichtelemente wurden durch den starken Gasdruck von der Trägerplatte weggedrückt. Der Zerstörungsvorgang wurde durch den ständigen Volllastbetrieb des Motors beschleunigt.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Zu geringe Verspannungskräfte der Zylinderkopfschrauben
- Buchsenüberstand nicht korrekt eingestellt
- Nicht plane Oberfläche des Zylinderkopfs
- Probleme im Einspritzsystem

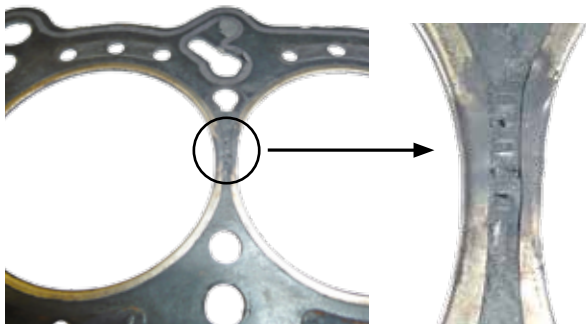
### MASSNAHME

Vor Montage sorgfältig die Planheit der Bauteildichtflächen prüfen, wenn notwendig, Planbearbeitung im Fachbetrieb. Befolgen Sie die allgemeinen Montagevorschriften der Motorenhersteller.

## 2. Ausfall der Pkw-Zylinderkopf-dichtung durch Gasübertritt

### SCHADENSBILD

Durchgebrannter Brennraumsteg zwischen Zylinder eins und zwei.



### URSACHE

Durch Nicht-Einhalten der vorgeschriebenen Schraubenzugmomente sowie durch Verwendung der alten Zylinderkopfschrauben wurde die Dichtung im zerstörten Bereich ungenügend gepresst und es kam zu einem Gasübertritt. Thermische Überlastung führte dann zur Zerstörung im Stegbereich.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

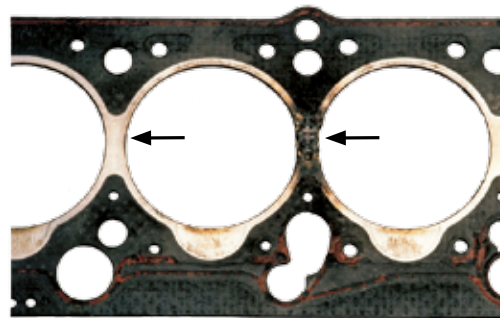
- Motorenbauteile nicht plan; Stegbereiche an Motorblock und Zylinderkopf deformiert
- Motoreinstellung falsch, dadurch thermische Überlastung

### MASSNAHME

Bei der Montage darauf achten, dass die vorgeschriebenen Montagevorschriften eingehalten werden.

### SCHADENSBILD

Brennraumsteg und Weichstoff zwischen Zylinder drei und vier verbrannt. Beginnende Dunkelfärbung zwischen Zylinder drei und zwei.



### URSACHE

Unkontrollierter Verbrennungsablauf führte zu thermischer Überlastung des Dichtungsmaterials und in Folge zu dessen Zerstörung.

### MASSNAHME

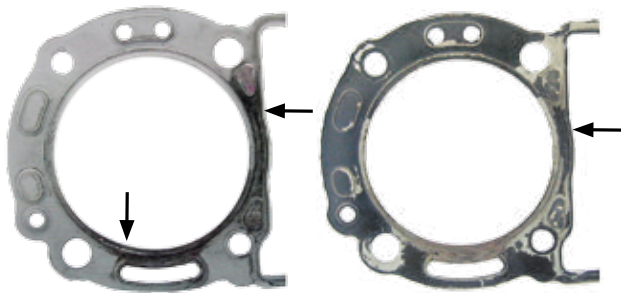
Vor der Montage die Einspritzdüsen sorgfältig überprüfen und ihre Dichtheit kontrollieren. Nach der Montage die Einstellung für die Einspritzung überprüfen. Befolgen Sie die allgemeinen Montagevorschriften der Motorenhersteller.

# Schadensbild und Ursachen „Gasübertritt“

## 3. Ausfallursache Gasübertritt an 2-Lagen-Metalldichtung für Motorrad

### SCHADENSBILD

Die metallische Stopperlage und die Funktionslage zeigen eine deutliche Schwarzfärbung zum Kühlkanal. Eine Gasleckage entsteht zwischen der Stopperlage und der Funktionslage.



### URSACHE

Nicht ausreichende Klemmkräfte durch zu geringes Schraubenzugsmoment, dadurch entstand eine ungenügende Dicht-  
pressung.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Motorenbauteile nicht plan (Verzug durch thermische Überlastung)

### MASSNAHME

Bei der Montage darauf achten, dass die vorgeschriebenen Montagevorschriften der Schraubenzugsmomente unbedingt eingehalten werden.

## 4. Ausfall durch Druckaufbau im Kühlsystem aufgrund von Gasübertritt

### SCHADENSBILD

An der Mehrlagen-Metall-Zylinderkopfdichtung sind im Bereich der Wasserkanäle deutliche linienförmige Abdrücke zu sehen. Diese stammen von der Zylinderkopfdichtfläche und verlaufen in Richtung Brennraum. Die Wasserdurchgänge zeigen eine deutliche Hellfärbung.



### URSACHE

Die Oberflächenstruktur des Zylinderkopfs war nur unzureichend bearbeitet bzw. wurde überhaupt nicht bearbeitet. Dadurch kam es zum Übertritt von Verbrennungsgasen in den Kühlkreislauf und zu thermischer Überlastung (Druckaufbau).

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Kühlsystem wurde nicht vollständig entlüftet, dadurch keine Zirkulation des Kühlmittels
- Kühlkreislauf unterbrochen (Wasserpumpe, Thermostat, Lüfter)
- Hoher Abgasgegendruck verursachte Motorüberhitzung (z. B. defekter Katalysator)

### MASSNAHME

Vor der Montage die Beschaffenheit der Dichtungsfläche sehr sorgfältig prüfen und die Planheit des Zylinderkopfs und -blocks sicherstellen. Gegebenenfalls Planbearbeitung im Fachbetrieb.



## 5. Ausfall der Zylinderkopfdichtung durch Druckaufbau im Kühlsystem aufgrund von Gasübertritt

### SCHADENSBILD

Im Bereich der Mediendurchgänge sind deutliche linienförmige Abdrücke zu sehen. Diese stammen von der Zylinderkopfdichtfläche und verlaufen in Richtung Brennraum.



### URSACHE

Die Beschaffenheit der Oberflächenstruktur des Zylinderkopfs war zu grob bearbeitet bzw. wurde überhaupt nicht bearbeitet. Dadurch kam es zum Übertritt von Verbrennungsgasen in den Kühlkreislauf und zu thermischer Überlastung (Druckaufbau).

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Kühlsystem wurde nicht vollständig entlüftet, dadurch keine Zirkulation des Kühlmittels
- Kühlkreislauf unterbrochen (Wasserpumpe, Thermostat, Lüfter)
- Hoher Abgasgegendruck verursachte Motorüberhitzung (z. B. defekter Katalysator)

### MASSNAHME

Vor der Montage die Beschaffenheit der Dichtungsfläche sehr sorgfältig prüfen und die Planheit des Zylinderkopfs sicherstellen. Gegebenenfalls Planbearbeitung im Fachbetrieb.

# Schadensbild und Ursachen „Überhitzung“



Eine Zylinderkopfdichtung, die durch Überhitzung ausgefallen ist, kann man beispielsweise sehr gut an den Aufwürfen des Weichstoffs in unmittelbarer Nähe der Wasserdurchgänge deutlich erkennen.

Bei thermischer Überlastung des Kühlsystems dringt Kühlmittel in die Weichstoffmatrix der Dichtung ein, verdampft dort durch die angrenzenden heißen Motorbauteile und löst den Weichstoff vom Metallträger. Dadurch entstehen die Aufwürfe.

Nicht zu unterschätzen sind die Folgen, die durch Verwendung von nicht freigegebenen Frost-/Korrosionsschutzmitteln ausgelöst werden. Als Kühlmittel darf auch nur reines Wasser verwendet werden. Die metallischen Trägerplatten der Dichtung werden massiv durch Korrosion zersetzt, wodurch die Dichtung zerstört wird.

## Zerstörerische Hitze

Schäden an Zylinderkopfdichtungen, die durch Überhitzung hervorgerufen werden, haben in vielen Fällen ein nicht funktionierendes Motorenbauteil als Ursache. Dies kann die Wasserpumpe, ein sich nicht öffnender Thermostat oder ein durch Kalkablagerungen verstopfter Kühler (kein Durchfluss) sein. Aber auch Wassermangel im Kühlsystem oder ein nicht ordentlich entlüfteter Kühlkreislauf nach einer Zylinderkopfmontage kann der Auslöser dafür sein.

In Betracht zu ziehen sind aber auch andere schadenverursachende Auslöser, an die man bei der ersten Überlegung der Schadensanalyse eventuell gar nicht denkt.

So kann das Abgassystem bei Überhitzungen ebenfalls als auslösende Ursache verantwortlich sein. Ein loses Bauteil im Schalldämpfer oder ein angeschmolzener Katalysator kann z. B. eine Querschnittsverkleinerung des Abgaskanals herbeiführen. Dadurch erhöht sich der Abgasgegendruck und eine thermische Überlastung der Motorenteile und der Zylinderkopfdichtung entsteht. Ein Leistungsverlust des Motors ist die Folge.

## 1. Ausfallursache thermische Überlastung an der 2-Lagen-Metalldichtung

### SCHADENSBILD

Bei dieser Bauart ist die metallische Funktionslage in die Brennraumabdichtung integriert. Sie ist hier im Stegbereich gebrochen. Deutliche Schwarzfärbung deutet auf überblasendes Verbrennungsgas hin.



### URSACHE

Bauteilverzug führte zu überblasenden Verbrennungsgasen. Die dadurch auftretende thermische Überbelastung zerstörte die Metalllage.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Mindere Kraftstoffqualität (zu niedrige Oktanzahl)
- Verdichtungsverhältnis zu hoch
- Motoreinstellung (Zündkerzen mit falschem Wärmewert)
- Schraubenvorspannkraft ungenügend (Schraubenqualität, Schraubenanzug)

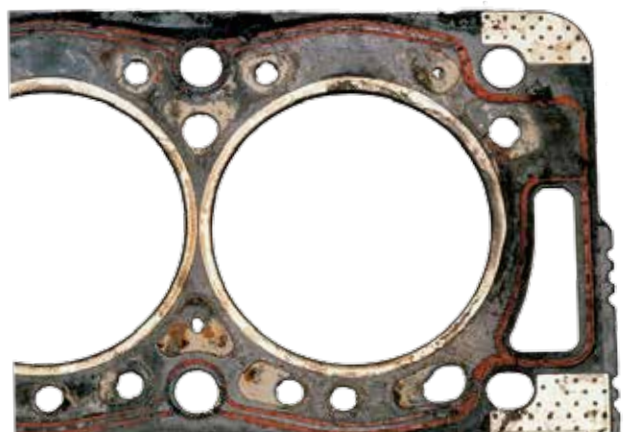
### MASSNAHME

Vor der Montage die Beschaffenheit der Dichtungsfläche sehr sorgfältig prüfen und die Planheit des Zylinderkopfs sicherstellen. Gegebenenfalls Planbearbeitung im Fachbetrieb.

## 2. Ausfallursache thermische Überlastung der Metall-Weichstoff-Zylinderkopfdichtung

### SCHADENSBILD

An den Wasserdurchgängen ist der frei liegende Dichtungsweichstoff stark aufgequollen.



### URSACHE

Nach der Montage des Motors wurde das Kühlsystem unzureichend entlüftet. Es kam zur Überhitzung des Motors durch zu hohe Kühlmitteltemperatur. Dampfbildung führte zum Aufquellen des Weichstoffmaterials der Dichtung im Wasserkanalbereich. In Folge löste sich der Dichtungsweichstoff vom Metallträger.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Funktionsweise des Kühlkreislaufs eingeschränkt durch Wasserpumpe oder Thermostat
- Wasserdurchfluss im Kühlsystem (z. B. im Kühler) durch Kalkablagerungen eingeschränkt
- Verwendung von Kühlmittelzusatz, der nicht von Motorenherstellern freigegeben ist

### MASSNAHME

Nach der Montage darauf achten, dass eine sorgfältige Entlüftung des Kühlsystems durchgeführt wird.

# Schadensbild und Ursachen „Öl- und Kühlmittelundichtheiten“

## Genau Prüfung: Wo ist die Undichtheit?

Viele Beanstandungen, die der Dichtung zugeschrieben werden, haben ihren Ursprung vielfach an anderer Stelle, z. B. Kurbelgehäuseentlüftungsleitungen, Ladedruckrohr, Versatz bei Bauteilen (Steuergehäuse an Zylinderblock etc.). Bevor die Dichtung als Schadensursache in Betracht gezogen wird, sollte das technische Umfeld des Motors genau überprüft werden. So kann z. B. Öl oder Wasser durch den Ventilator- oder Fahrtwind vom tatsächlichen Entstehungsort weggeblasen werden. Der Dichtung wird dann unterstellt, dass sie nicht einwandfrei abdichtet.

## Zylinderkopf fachmännisch montiert?

Nach Reparaturen werden Öl- und Kühlmittelundichtheiten sehr häufig bemängelt und reklamiert. Als Ursache kommt in vielen Fällen jedoch eine nicht 100 % fachgerechte Durchführung der Zylinderkopfmontage in Betracht. Zum Beispiel, wenn die vorgeschriebenen Einbaurichtlinien nicht genau eingehalten werden.

Eine beim Aufsetzen des Zylinderkopfs nicht zentrierte Dichtung, z. B. durch fehlende Zentrierstifte/-hülsen, kann Undichtheit/Leckage verursachen. Dies tritt ein, wenn die Dichtelemente der Zylinderkopfdichtung nicht exakt dort positioniert werden, wo sie konstruktiv vorgesehen sind. Zylinderkopfdichtungen, die so montiert wurden, erkennt man oft an verformten Schraubendurchgangslöchern. Besonders häufig treten Undichtheiten an Druckölbohrungen durch Versatz der Zylinderkopfdichtung auf.



## Nutzfahrzeug-Zylinderkopfdichtung: Auf die Nut kommt es an

Bei Nutfahrzeugmotoren kommen unterschiedliche Dichtungsbauarten zum Einsatz. In den meisten Fällen sind dies Metall-Elastomer-Dichtungen mit eingesetzten oder anvulkanisierten elastomeren Dichtelementen. Je nach Konstruktion sind im Zylinderblock und Zylinderkopf Nuten ausgespart, die maßlich so ausgelegt sind, dass die Dichtelemente unter allen Motorbetriebsbedingungen zuverlässig funktionieren.

Bei diesen Dichtungsbauarten ist es vor der Montage besonders wichtig, dass diese Nuten sorgfältig von Schmutz und Rückständen gereinigt werden. Wird dies nicht beachtet, führt das zu Undichtheiten.

Auch bereits bei der Montage, beim Aufsetzen des Zylinderkopfs auf den Zylinderblock, kann es bei nicht sorgfältiger Vorgehensweise zu einer Schädigung durch Verquetschung der elastomeren Dichtelemente kommen.

## EIN FALL AUS DER PRAXIS

An einem Lkw-Motor trat Wasserverlust auf, der nach außen nicht erkennbar war. Die Ursache: Die Laufbuchse hatte eine poröse Stelle, die nur unter dem Mikroskop sichtbar war. Im Fahrbetrieb gelangte Wasser in den Verbrennungsraum und verdampfte. Auch in diesem Fall war nicht die Zylinderkopfdichtung die Ursache, sondern ein Werkstofffehler in Form eines Lunkers in der Laufbuchse.





### Auf die Oberflächen kommt es an

Einen wesentlichen Einfluss auf die Dichtfunktion hat die Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile. Die verschiedenen Zylinderkopfdichtungsbauarten, wie Metall-Weichstoff, Metaloflex™-Metalllagen sowie Metall-Elastomer, haben definierte Anforderungen an die Bauteiloberflächen. So müssen die Oberflächen von Zylinderblock und Zylinderkopf sehr fein bearbeitet werden und dürfen keine Welligkeiten aufweisen. Besonders kritische Stellen sind die Übergänge von Bauteil zu Bauteil, z. B. wenn ein Steuergehäuse angeflanscht wird. Hier ist besondere Sorgfalt notwendig, damit an der Trennstelle keine Stufen oder Verzüge vorhanden sind, die eine kraftschlüssige Dichtverbindung verhindern.

### Nur zugelassene Frost-/Korrosionsschutzmittel verwenden

Bei der Betrachtung all dieser Faktoren, die einen Flüssigkeitsverlust verursachen, muss man auch die chemischen Einflüsse der Betriebsmittel einbeziehen. Dazu zählen Frostschutz- und Korrosionsschutzmittel. Viele der auf dem Markt erhältlichen Betriebsmittel haben keine Zulassungsfreigabe der Motorenhersteller. Durch aggressive Zusätze zerstören sie das Dichtungsmaterial und führen zu Undichtheiten. Auch die sogenannten Leckagestopper, die dem Kühlwasser beigemischt werden, haben die gleiche Auswirkung. Chemische Weichmacher lassen das Dichtungsmaterial anquellen. Dieser Vorgang führt nach kurzer Zeit zu einer Zerstörung der Dichtung. Zusätzlich auf Zylinderkopfdichtungen aufgetragene Dichtmassen können ebenfalls einen negativen Effekt bewirken, da sie die Dichtfunktion der in die Zylinderkopfdichtung eingearbeiteten Dichtelemente stören können. Elring-Zylinderkopfdichtungen sind generell so konstruiert, dass keine zusätzlichen Dichtmaterialien notwendig sind.

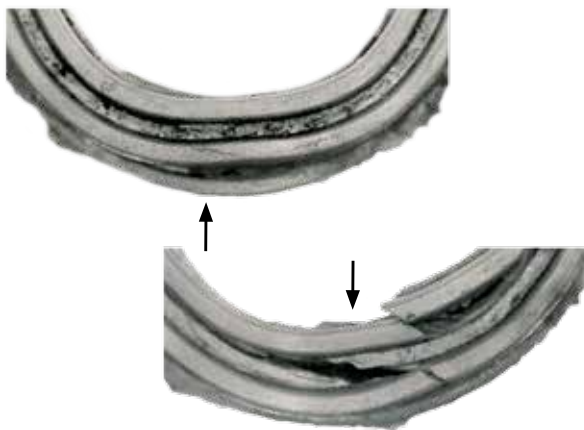


# Schadensbild und Ursachen „Öl- und Kühlmitteldichtheiten“

## 1. Ausfallursache Ölleckage, Dichtelement bei Montage des Zylinderkopfs zerstört (Lkw)

### SCHADENSBILD

Die elastomeren Dichtelemente sind von der Trägerplatte weggedrückt und zerschnitten/gerissen.



### URSACHE

Der Zylinderkopf wurde bei der Montage durch falsche Positionierung mehrmals aufgesetzt. Dadurch wurde das Dichtelement örtlich zu stark verpresst bzw. durch die Kanten des Zylinderkopfs zerschnitten.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Dichtelement wurde durch Gasübertritt weggedrückt
- Dichtelement wurde durch zu geringen Buchsenüberstand zu stark verpresst

### MASSNAHME

Sorgfältige Vorbereitung und Durchführung der Montagearbeiten. Die Dichtung muss nach wiederholtem Aufsetzen des Zylinderkopfs auf Schädigung geprüft werden.

## 2. Ausfallursache Ölundichtheit, Dichtmasse an Dichtelement (Lkw)

### SCHADENSBILD

Das elastomere Dichtelement ist von der Trägerplatte weggedrückt. Schmutzpartikel befinden sich in der Dichtnut.



### URSACHE

Auf die metallische Trägerplatte wurde zusätzlich Dichtmasse aufgetragen. Durch Ausvulkanisation wurde das elastomere Dichtelement zusätzlich unter Druck gesetzt und weggedrückt. Ölaustritt war die Folge. Ablagerungen von Schmutzpartikeln aus dem Öl haben den Schaden beschleunigt.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Bei der Montage/beim Aufsetzen des Zylinderkopfs wurde das Dichtelement beschädigt

### MASSNAHME

Vor der Montage die Beschaffenheit der Dichtungsfläche sehr sorgfältig prüfen und die Planheit des Zylinderkopfs sicherstellen. Gegebenenfalls Planbearbeitung im Fachbetrieb. Keine Verwendung von Dichtmasse. Auf regelmäßigen Ölwechsel achten.

# Schadensbild und Ursachen „Mechanische Einwirkungen“

## Schäden durch sich lösende Teile

Durch die mechanische Einwirkung von sich lösenden Teilen können massive Schäden am Motor auftreten. Aus diesem Grund zeigt die Zylinderkopfdichtung dann natürlich auch starke Beschädigungen.

### 1. Ausfall der Zylinderkopfdichtung durch lose Vorkammer

#### SCHADENSBILD

Die Mehrlagen-Metall-Zylinderkopfdichtung ist im Wirbellappenbereich durch mechanische Einwirkung sehr stark beschädigt.



#### URSACHE

Die Wirbelkammer für den ersten Zylinder hat sich während des Fahrbetriebs gelöst und ist in den Verbrennungsraum gefallen. Die Folge: sehr großer Schaden am Zylinderkopf sowie im Ventiltrieb und an den Kolben.

#### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Überstand an Wirbelkammern entsprach nicht der Herstellervorschrift

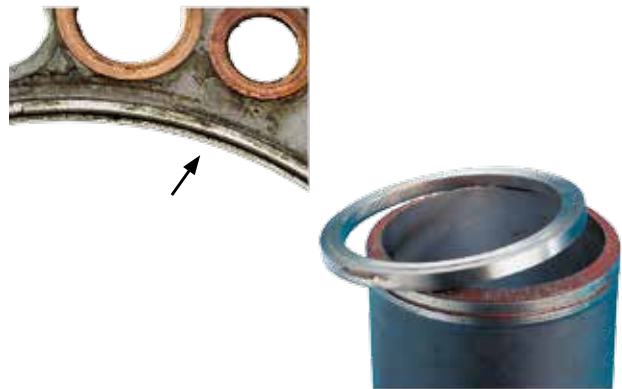
#### MASSNAHME

Bevor die Montage des Zylinderkopfs erfolgt, unbedingt Wirbelkammern auf festen Sitz und Überstand prüfen.

## 2. Ausfall einer Nkw-Zylinderkopfdichtung durch Montagefehler

#### SCHADENSBILD

Die metallische Brennraumeinfassung der Zylinderkopfdichtung wurde innen durch den Buchsenbund vollkommen zusammengepresst. Der Bund der Laufbuchse wurde durch die extremen Kräfte beim Start total abgesprengt – ein schwerwiegender Motorschaden war die Folge.



#### URSACHE

Bei der Montage der Zylinderkopfdichtung wurde der Brennraumdurchmesser der eingebauten Zylinderkopfdichtung nicht überprüft. Es wurde eine Dichtung verwendet, deren Design in den Durchgangsbohrungen ähnlich aussah wie bei der ausgebauten Zylinderkopfdichtung, die jedoch einen kleineren Brennraumdurchmesser hatte.

#### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Es wurde nicht die original Elring, sondern eine nachgebaute, minderwertige und zu dünne Zylinderkopfdichtung verwendet

#### MASSNAHME

Die Zylinderkopfdichtung vor der Montage auf den Buchsenbund auflegen und prüfen, ob dies ohne Kraftaufwand passt.

# Schadensbild und Ursachen „Unregelmäßiger Verbrennungsablauf“

## „Klopfen“ schadet der Dichtung

Schäden an Zylinderkopfdichtungen, die durch einen unregelmäßigen Verbrennungsablauf hervorgerufen werden, kommen in der Praxis sehr oft vor.

Sehr häufig handelt es sich dabei um Klopfschäden bei Benzinmotoren. Bei diesem Vorgang kommt es zu unkontrollierten Verbrennungsabläufen.



Problematisch daran ist die verursachte thermische und mechanische Überbeanspruchung der Bauteile. Die Zylinderkopfdichtung ist eines der gefährdetsten Motorenteile und kann diesen extremen Belastungen nur kurze Zeit Widerstand bieten. Durch den unkontrollierten Verbrennungsvorgang werden Stoßwellen erzeugt, die einhergehen mit extrem schnellem Druckanstieg (über 100 bar) und zusätzlich hohen Temperaturen (weit über  $+3.700^{\circ}\text{C}$ ). Zylinderkopfdichtungen mit Klopfschäden erkennt man häufig an verquetschten Brennraumeinfassungen.

### AUSLÖSENDE URSACHEN KÖNNEN SEIN

- Verwendung von nicht klopfbestem Kraftstoff mit zu niedriger Oktanzahl
- Zündkerzen mit dem falschen Wärmewert
- Verdichtungsverhältnis zu hoch
- Benzin dem Diesel beigemischt

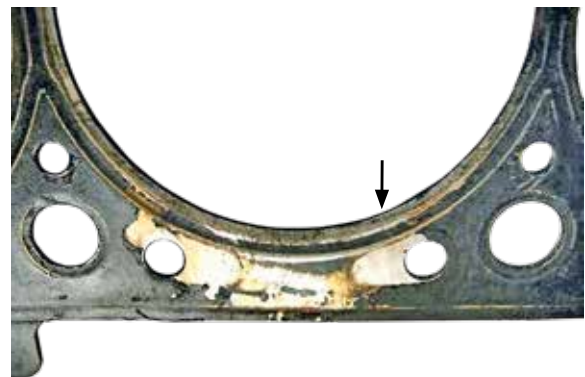
### BEI DIESELMOTOREN

- Förderbeginn für Einspritzung falsch eingestellt
- Nachtropfende Düsen
- Einbaudicke der Zylinderkopfdichtung nicht korrekt
- Kolbenüberstände bei der Auswahl der Zylinderkopfdichtung nicht beachtet
- Schlechte Kraftstoffqualität

## 1. Ausfallursache „unkontrollierter Verbrennungsablauf an Mehrlagen-Metaldichtung“

### SCHADENSBILD

Beginnende Schwarzfärbung im Stegbereich der Funktionslage zeigt den Verlauf der Zerstörung, ausgelöst durch nicht fachgerechtes Chiptuning.



### URSACHE

Ein unkontrollierter Verbrennungsablauf verursachte hochfrequente Schwingungen. Dadurch ausgelöste Druckwellen zerstörten den Stegbereich.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

- Mindere Kraftstoffqualität (zu niedrige Oktanzahl)
- Zu hohes Verdichtungsverhältnis
- Einspritzsystem
- Motoreinstellung

### MASSNAHME

Die Montagevorschriften einhalten. Befolgen Sie die allgemeinen Montagevorschriften des Motorenherstellers.

## 2. Ausfall der Zylinderkopfdichtung durch Klopf Schaden

### SCHADENSBIKD

An der metallischen Brennraumeinfassung sind deutliche Einbuchtungen und Verformungen zu sehen. Dies führt zur Verschmelzung der Einfassung und des Weichstoffs. Die Brennraumeinfassung ist an diesen Stellen dadurch meist metallisch blank und der Weichstoff weist Brandspuren auf.



### URSACHE

Die Motoreinstellung (Frühzündung) wurde nicht nach Herstellervorgabe durchgeführt. Dadurch entsteht eine thermische und mechanische Überbeanspruchung des Motors. Die unkontrollierte Verbrennung erzeugt Stoßwellen mit extremen Drücken und hohen Temperaturen, wodurch Motorenteile überbeansprucht werden. Die häufigsten Schäden treten an Kolben und an der Zylinderkopfdichtung auf.

### WEITERE MÖGLICHE URSACHEN

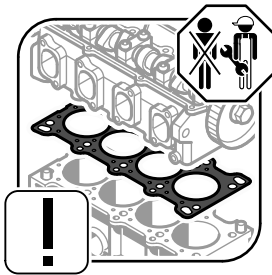
- Mindere Kraftstoffqualität (zu niedrige Oktanzahl)
- Zu hohes Verdichtungsverhältnis
- Zündkerzen mit falschem Wärmewert oder defekte Zündkerzen
- Nicht korrekte Zündeneinstellung

### MASSNAHME

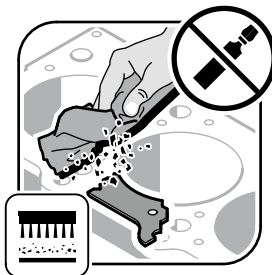
Die Montagevorschriften einhalten. Motoreinstellung sofort nach der Montage überprüfen.

# Fachgerechte Montage der Zylinderkopfdichtung in sieben Schritten

Bitte befolgen Sie die allgemeinen Montagevorschriften der Motorenhersteller



1. **DICHTFLÄCHEN** der Bauteile (Zylinderkopf/-block) sorgfältig reinigen, entfetten, Beschichtungs- und Dichtungsreste entfernen.

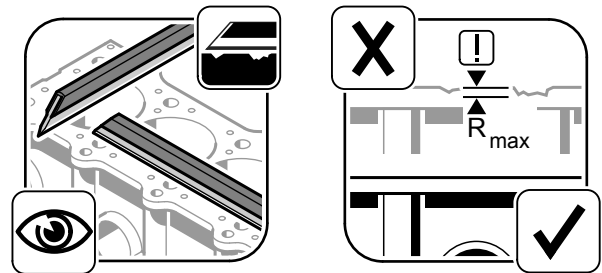


2. **GEWINDEBOHRUNGEN** für die Zylinderkopfschrauben sind von Verschmutzungen und Öl zu säubern. Gewinde auf Beschädigungen und Leichtgängigkeit überprüfen.



3. **BAUTEILOBERFLÄCHEN** prüfen:

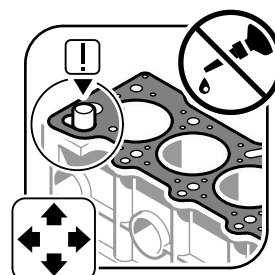
- Materialaufwürfe mit einem Ölstein abziehen
- Ebenheit der Bauteile über dem gesamten Bauteil mittels Haarlineal ermitteln:  
längs = 0,05 mm, quer = 0,03 mm  
Eingrabungen müssen beseitigt werden (Planbearbeitung im Fachbetrieb)



$R_z$	15 - 20 $\mu\text{m}$	11 $\mu\text{m}$	11 - 20 $\mu\text{m}$
$R_{\text{max}}$	20 - 25 $\mu\text{m}$	15 $\mu\text{m}$	15 - 20 $\mu\text{m}$

4. **ZYLINDERKOPFDICHTUNG** auf Motorblock zentrieren (ohne zusätzliche Dichtmasse):

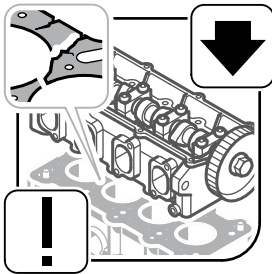
- Sorgfältig darauf achten, dass die Beschichtung nicht beschädigt wird





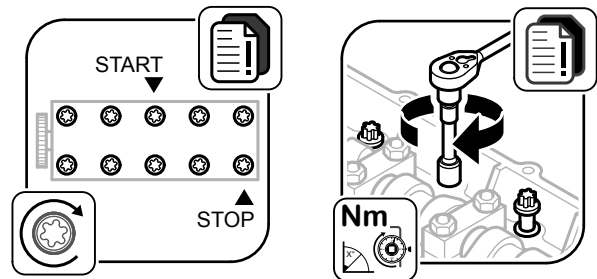
## 5. ZYLINDERKOPF AUFSETZEN

- Beschädigung der Dichtfläche durch Kratzer vermeiden
- Auf etwaige Rückstände wie Metallspäne achten, die aus dem Zylinderkopf auf die Dichtung gelangen können



## 7. SCHRAUBENZUG

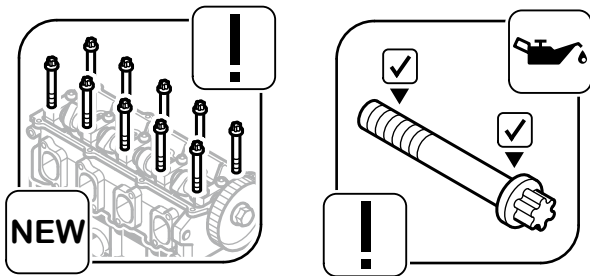
- Anziehreihenfolge gemäß Herstellervorgabe einhalten
- Falls Nachzug erforderlich, Nachzugsvorschrift einhalten



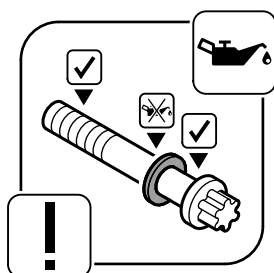
## 6. ZYLINDERKOPFSCHRAUBEN

Empfehlung der Fahrzeughersteller:

- Zylinderkopfschrauben und Unterlegscheiben grundsätzlich erneuern
- Gewinde und Schraubenauflagefläche leicht einölen



- Wenn eine Unterlegscheibe mit eingebaut wird, nur zwischen dieser und dem Schraubenkopf ölen
- Achtung: Auf keinen Fall die Auflagefläche der Unterlegscheibe auf dem Zylinderkopf einölen



# Auswahl der richtigen Zylinderkopfdichtung bei Dieselmotoren

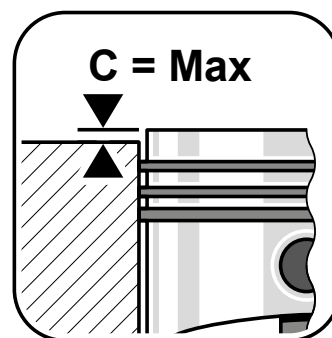
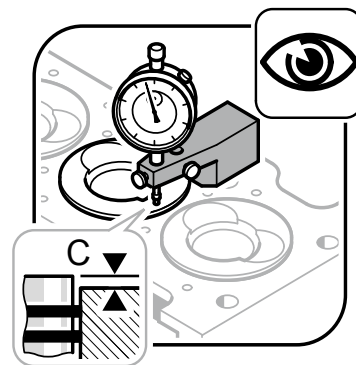
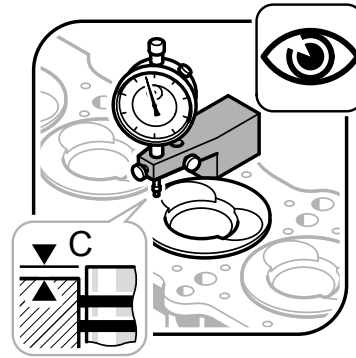
Für Dieselmotoren stehen meist verschieden starke Zylinderkopfdichtungen zur Auswahl. Um die richtige Zylinderkopfdichtung herauszufinden, ist die Messung des Kolbenüberstandes notwendig. Die nachfolgend beschriebene Vermessung muss mit äußerster Sorgfalt durchgeführt werden. Der Kolbenüberstand muss unbedingt gemäß Herstellerangaben gemessen werden.

- Die Messpunkte müssen über der Kolbenbolzenachse liegen, um dem Einfluss des Kolbenkippspiels zu entgehen.
- Die Messuhr auf die gesäuberte Zylinderblockdichtfläche setzen und unter Vorspannung auf Null stellen.
- Die Messuhr auf den gesäuberten Kolben aufsetzen und durch Drehen der Kurbelwelle den höchsten Punkt ermitteln.
- Den Vorgang am Messpunkt 2 wiederholen.
- C ist der Abstand zwischen der Kolbenoberfläche im oberen Totpunkt und der Trennfläche des Zylinderkurbelgehäuses.

Die Messung muss an allen Kolben durchgeführt werden. Dabei dient der Kolben mit dem höchsten Überstand zur Ermittlung der passenden Zylinderkopfdichtung.

Aus den Verkaufsunterlagen die Zylinderkopfdichtung mit der richtigen Stärke auswählen.

Die Stärke der Zylinderkopfdichtung erkennt man an der Anzahl der eingestanzten Kerben bzw. Löcher.





# Elring-Akademie: Das benutzerfreundliche Online-Tool

Immer auf  
dem neuesten  
Stand in der  
Dichtungstechnik



## In 4 Schritten zum Certified Expert

1. Registrieren Sie sich jetzt auf [www.akademie.elring.de](http://www.akademie.elring.de)
2. Erweitern Sie zeit- und ortsunabhängig Ihr Wissen über die Dichtungstechnologie
3. Testen Sie Ihr eigenes Know-how und lösen Sie die verschiedenen Examen
4. Erhalten Sie Ihre persönlichen Zertifikate und nutzen Sie die Chance auf die Werkstatt-Auszeichnung Certified Expert



Die Elring-Akademie verfügt über eine umfassende Bibliothek, die Sie rund um die Uhr mit allerlei wichtigen Informationen versorgt. Hier finden Sie selbstverständlich auch sämtliche technischen Inhalte zu unseren Produkten sowie verschiedene Einbauhilfen.

Weiterhin erwartet Sie dort exklusives Schulungsmaterial, wie speziell für die Elring-Akademie aufbereitete Animationen und Videosequenzen. Mit ihnen erweitern Sie Ihr Wissen auf verschiedenen Gebieten der Dichtungstechnik und bereiten sich optimal auf die Examen vor. Unsere animierten Videos zeigen Ihnen Schritt für Schritt die unterschiedlichsten Einbauszenarien für eine fachgerechte Montage.



[www.akademie.elring.de](http://www.akademie.elring.de)







Website



Elring-Akademie



Facebook



YouTube

### Elring-Service



Monatlicher Newsletter



Service-Informationen



Explosionszeichnungen



Online-Katalog



Elring-Dichtmassenberater:  
in 3 Schritten zu Ihrem Produkt.



## Elring-Service-Hotline



+49 7123 724-799



+49 7123 724-798

service@elring.de

Die hier gemachten Angaben – aus langjähriger Erfahrung und Erkenntnis – erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Etwaige Ersatzansprüche aufgrund dieser Informationen können nicht anerkannt werden. Einbau aller Ersatzteile nur durch geschultes Fachpersonal. Änderungen im Leistungsspektrum und technische Änderungen vorbehalten. Keine Gewähr bei Druckfehlern.

**ElringKlinger AG | Geschäftsbereich Ersatzteile**  
Max-Eyth-Straße 2 | 72581 Dettingen/Erms | Germany  
Fon +49 7123 724-601 | Fax +49 7123 724-609  
elring@elring.de | www.elring.de

C510015 0217 DE



**Das Original**