

6-Zylinder Doppel-Vanos Rassel Anleitung

*Die folgenden Informationen werden nur als Hilfe angeboten, die Nutzung ist auf eigene Gefahr.
In keinen Fall ist Beisan Systems, LLC oder deren Mitarbeiter verantwortlich für zufällige, folgende oder jegliche
Zerstörungen oder Beschädigungen aller Art wie auch immer verursacht.*

Einführung

„Vanos“ ist BMW's Bezeichnung für deren Verstelleinheit zur variablen Ventilsteuerzeit. Vanos-Einheiten sehen je nach Fahrzeug Baujahr und Modell (Motortyp) unterschiedlich aus. Hier geht es um die Vanos mit der BMW Teilernr.: 11-36-1-440-142. Dabei handelt es sich um eine Doppel-Vanos, das bedeutet die Ventilsteuerzeiten von Einlass und Auslass werden variiert. Diese Vanos-Einheit ist an den BMW 6-Zylinder Motoren M52TU, M54 und M56 verbaut. Diese Motoren wurden von 1998-2006 in viele Fahrzeugtypen eingebaut. Man findet sie in der 3er Serie E46 98-05, 5er Serie E39 99-03 / E60 und E61 02-05, 7er Serie E38 98-01 / E65 und E66 02-05, Z3 E36 98-02, Z4 E85 02-05, X3 E83 03-06, X5 E53 00-06.

Diese Vanos kann, wie die meisten Vanos-Typen, ein Rasseln entwickeln. Dieses Vanosrasseln wird durch Abnutzung der Schrägverzahnungen im variablen Ventiltrieb verursacht. Diese Schrägverzahnungen befinden sich an der Nockenwelle, dem Zahnrad der Nockenwelle und der Zahnwelle, die mit der Vanos verbunden ist. Die Abnutzung der Schrägverzahnung ermöglicht der Nockenwelle schlagende Bewegungen, die die Zahnwelle axial beeinflussen. Bei verschiedenen Drehzahlen haben diese Nockenwellenbewegungen eine Resonanz und regen ein axiales Spiel an, das ein aneinander Schlagen der verbundenen Komponenten und damit das Rasseln verursacht. Das axiale Spiel, das das Rasseln fördert findet sich an den Schrägverzahnungen und der Lagerung im Vanoskolben. Die schrägverzahnten Zahnräder zu ersetzen ist teuer und die Zähne werden wieder abnutzen und das Rasseln wird wiederkehren. Das Spiel aus der Vanoskolbenlagerung zu entfernen reduziert signifikant das Rasseln, so dass es im Fahrzeuginnenraum kaum oder überhaupt nicht mehr zu hören ist. Scharfe Nockenwellen, wie die Nockenwellen des M3 oder aus dem Zubehörhandel (Schrick), verursachen stärkere Nockenwellenschläge und sind daher eher anfällig ein Rasseln zu verursachen. Beisan Systems bietet ein Vanos Rassel-Reparatursatz, der ein Austauscheteil für die Lagerung im Vanoskolben beinhaltet, um das axiale Lagerspiel zu beseitigen. Ein zugehöriges Spezialwerkzeug wird auch angeboten, um die Reparatur zu erleichtern.

Folgend ist eine detaillierte Erklärung der Ursache und der Lösung des Rasselns.

Technischer Hintergrund

Um die Ursache des Vanosrasselns zu verstehen, ist ein besseres Verständnis von BMW's variablen Ventiltrieb notwendig.

Die variable Ventilsteuerung ist die dynamische Änderung des Öffnungs-/Schließzeitpunktes des Ventils. BMW's variable Ventilsteuerung verschiebt die Steuerzeiten (Phasenverschiebung). Der Nocken der Nockenwelle wird nicht verändert, die Öffnungs- und Schließcharakteristik der Ventile bleibt also gleich. Was sich verändert ist der Öffnungs-/Schließzeitpunkt der Ventile relativ zur Kurbelwelle. Die Drehposition der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle wird verändert (verschoben). Nach Vorne (Früh) verstellt (im Uhrzeigersinn) betätigt die Nockenwelle den Ventiltrieb (Öffnen/Schließen) früher relativ zur Kurbelwelle. Nach Hinten (Spät) verstellt (gegen den Uhrzeigersinn) betätigt die Nockenwelle den Ventiltrieb (Öffnen/Schließen) später relativ zur Kurbelwelle.

Schrägverzahnte Zahnräder sind physikalisch geeignet diesen Mechanismus zu implementieren. Da eine Schrägverzahnung sich verdrehen muss, wenn man die Verzahnung ineinander schiebt. Diese Charakteristik der Schrägverzahnung wird verwendet, um die Verdrehung der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle dynamisch, während sich der Motor dreht, umzusetzen.

[picture]

Die Nockenwelle und das Nockenwellenzahnrad sind nicht direkt aneinander montiert. Das Zahnrad hat ein Loch in der Mitte, das größer ist als das Ende der Nockenwelle. Es ist eine gegensätzliche Schrägverzahnung in dem Zahnradloch und auf dem Nockenwellenende. Es gibt eine unabhängige Zahnwelle mit einem Becher, an dessen Innenseite und Außenseite sich eine Schrägverzahnung befindet. Die innere Schrägverzahnung des Zahnwellenbeckers passt auf die

Schrägverzahnung der Nockenwelle und die äußere Schrägverzahnung des Zahnwellenbeckers passt auf die Schrägverzahnung des Zahnrades. Der Zahnwellenbecher ist eingeschoben und verbindet die Schrägverzahnung der Nockenwelle mit der des Zahnrades. Also verbindet die Zahnwelle die Nockenwelle mit dem Zahnrad. Ziehen und drücken der Zahnwelle axial rein/raus aus der Nockenwelle und dem Zahnrad erfordert das Verdrehen einer Komponente wegen der Schrägverzahnung. Die Drehung des Zahnrades ist durch die Steuerkette fixiert. Die Zahnwelle kann sich nicht verdrehen, wegen ihrer gegensätzlichen Schrägverzahnung an der Außenseite und Innenseite des Bechers. Daher verdreht sich die Nockenwelle, wenn die Zahnwelle axial bewegt wird.

[picture]

Die Zahnwelle axial in Richtung Nockenwelle und Zahnrad drücken verdreht die Nockenwelle nach Vorne (im Uhrzeigersinn) und bewirkt so frühere Steuerzeiten.

[picture]

Die Zahnwelle axial aus der Nockenwelle und dem Zahnrad herausziehen verdreht die Nockenwelle nach Hinten (gegen den Uhrzeigersinn) und bewirkt so spätere Steuerzeiten.

Die Vanos ist ein hydraulischer Steller. Seine Aufgabe ist es dynamisch die Zahnwelle axial zu bewegen, um so die Nockenwelle nach Früh oder Spät zu verdrehen, was zur variablen Ventilsteuerung führt.

Die Vanos besitzt zwei Zylinder und einen Kolben. Es gibt je eine Ölkammer auf der Vorderseite und auf der Rückseite des Kolbens. Ein Regeln des Öldrucks in den zwei Ölkammern steuert die axiale Position des Kolbens. Dichtringe am Kolben ermöglichen es den Kolben axial an der Zylinderwand hin und her zu bewegen, während eine gute Ölabdichtung zwischen den beiden Ölkammern beibehalten wird. Die Zahnwelle ist an den Vanoskolben montiert. Daher bewirkt eine axiale Bewegung des Kolbens auch eine axiale Bewegung der Zahnwelle. In der Mitte des Kolbens befindet sich eine Lagerung. Die Zahnwelle ist mit dieser Lagerung verbunden. Diese Lagerung im Kolben erlaubt es der Zahnwelle sich mit der Nockenwelle und dem Zahnrad zu drehen, während der Kolben sich nicht dreht.

Ursache des Rasselns

Durch die Wirkweise der Schrägverzahnung verursacht nicht nur die axiale Verschiebung der Zahnwelle eine Verdrehung der Nockenwelle, sondern auch umgekehrt bewirkt die Drehung der Nockenwelle eine axiale Verschiebung der Zahnwelle.

Mit der Zeit nutzt sich die seitliche Kontaktfläche der Schrägverzahnung an der Nockenwelle, dem Zahnrad und der Zahnwelle etwas ab. Diese Abnutzung bewirkt überhöhtes Spiel zwischen den Schrägverzahnungen. Das wiederum bewirkt überhöhtes Spiel in dem Sitz der Zahnwelle zur Nockenwelle und dem Zahnrad. Das macht sich in axialem Spiel zwischen der Zahnwelle und der Nockenwelle und dem Zahnrad bemerkbar.

Wenn die Nockenwelle sich dreht rutscht der Nocken über den Ventilschaft und presst die Ventildfeder zusammen, um das Ventil zu öffnen. Dann rutscht der Nocken weiter über den Ventilschaft und entlastet nach überschreiten des Totpunktes die Ventildfeder, damit das Ventil wieder schließt. Die Widerstandskraft der Ventildfeder beim zusammenpressen bewirkt eine Kraft entgegen der Drehrichtung der Nockenwelle. Die Spannkraft der Ventildfeder bewirkt eine zusätzliche Kraft in Drehrichtung der Nockenwelle, sobald sich der Nocken über den Totpunkt gedreht hat.

Durch das axiale Spiel der Zahnwelle bewirkt der Nocken durch das Zusammenpressen der Ventildfeder eine leichte Verzögerung relative zur Kurbelwelle und das Entlasten der Spannkraft der Ventildfeder durch den Nocken bewirkt eine leichte Beschleunigung relative zur Kurbelwelle.

Diese Bewegungen macht die Nockenwelle, da sie sich den Weg des geringsten Widerstandes sucht. Durch das axiale Spiel der Zahnwelle ist weniger Widerstand auf die Nockenwelle sich zu verzögern als die Feder zusammen zu pressen und es ist weniger Widerstand auf die Nockenwelle sich zu beschleunigen, als die Spannkraft der Feder zu halten. Diese Bewegungen bewirken Schläge der Nockenwelle, die die Zahnwelle axial übernehmen. Desto größer die Abnutzung der Schrägverzahnung ist, desto größer ist das axiale Spiel der Zahnwelle, desto stärker die Schläge der Nockenwelle. Bei verschiedenen Drehzahlen haben diese Nockenwellenbewegungen eine Resonanz. Dies verursacht stärkere Nockenwellenschläge, was kräftigere axiale Eingriffe auf die Zahnwelle bewirkt. Dies verursacht starke axiale Bewegungen der Zahnwelle. Jedes axiale Spiel in der Umgebung der Zahnwelle ist betroffen und kann ein Rasseln verursachen.

Es gibt zwei Stellen mit axialem Spiel. Die Schrägverzahnung selbst hat axiales Spiel das eine Rolle spielt und rasselt und die Lagerung im Vanoskolben hat axiales Spiel das eine Rolle spielt und rasselt.

Es wurden Tests durchgeführt, um zu evaluieren und zu versuchen das Rasseln zu verringern. Das radiale Spiel der

Vanoskolbenlagerung wurde verändert und das Ergebnis zeigte kaum bis keine Veränderung des Rasselns. Das axiale Spiel der Vanoskolbenlagerung wurde erhöht, was zu einer proportionalen Verstärkung des Rasselns geführt hat. Das axiale Spiel der Vanoskolbenlagerung wurde verringert, was zu einer proportionalen Verringerung des Rasselns geführt hat.

Das Testergebnis zeigt, dass das Verringern des axialen Spiels im Vanoskolbenlager signifikant das Rasseln verringert. Bei einigen Besitzern ersetzte die Werkstatt deren schrägverzahnten Zahnräder (Zahnwelle, Nockenwelle, Zahnrad) was das Rasseln beseitigt hat. Diese Besitzer bekamen das Rasseln teilweise wieder in gleicher Stärke zurück. Das wird durch die Abnutzung der neuen schrägverzahnten Zahnräder und das daraus verursachte axiale Spiel der Zahnwelle verursacht.

Motoren mit scharfen Nockenwellen (höherer und steilerer Ventilhub) sind eher anfällig ein Vanosrasseln zu entwickeln und das Rasseln ist dann meist sehr stark. Die Nocken mit höherem Hub pressen die Ventildfedern stärker zusammen, was zu höheren Federkräften führt. Dies verursacht stärkere Nockenwellenschläge, die die Zahnwelle und andere Komponenten mit axialem Spiel härter treffen.

Dies betrifft besonders den US 3er E46 mit ZHP Leistungspaket und Fahrzeuge mit scharfen Nockenwellen aus dem Zubehörhandel (z.B. Schrick).

Rassellösung

Wie oben beschrieben, wird durch das Entfernen des axialen Spiels im Vanoskolbenlager signifikant das Rasseln reduziert. Auch ist das Ersetzen der schrägverzahnten Zahnradkomponenten (Zahnwelle, Nockenwelle, Zahnrad) sehr teuer und die Schrägverzahnung wird wieder verschleifen. Daher ist das Entfernen des axialen Spiels im Vanoskolben eine praktikable Vorgehensweise, um an das Rasselproblem heranzugehen. Darüber hinaus, laut Lagerspezifikation und nach Beratung mit Lagerherstellern, sollte das Lager kein axiales Spiel haben und es sollte eine spürbare axiale Vorspannung haben.

Das Vanoskolbenlager besteht aus einer dicken Scheibe und zwei Rollenlagern. Die Scheibe ist an die Zahnwelle geschraubt und die zwei Rollenlager liegen vor und hinter der Scheibe, um der Scheibe das Drehen mit der Nockenwelle zu ermöglichen. Die Scheibe und die beiden Rollenlager sind von einem Ring und zwei großen äußeren Scheiben umschlossen. Das gesamte Lager befindet sich im Inneren des Vanoskolbens und ist verschlossen mit einem Schraubendeckel.

Um das axiale Lagerspiel zu entfernen, muss mindestens eine Lagerkomponente verändert oder ersetzt werden. Die Rollenlager sind Standardteile und werden in engen Toleranzen hergestellt. Es ist nicht möglich diese zu verändern oder zu ersetzen. Der Ring und die mittlere Scheibe sind keine Standardteile und werden nicht nach engen Toleranzen gefertigt. Die Höhe des Rings kann reduziert werden oder die Dicke der Scheibe kann erhöht werden, um das axiale Lagerspiel zu entfernen. Am Ring ist sind größere Unterschiede in der Höhe zu finden, wobei die Scheibe nur geringe Unterschiede in der Dicke hat. Mit dieser Erkenntnis ist es effektiver den Ring zu ersetzen. Eine Feinjustierung kann während des Zusammenbaus gemacht werden, um möglichen geringen Unterschieden im axialen Spiel auszugleichen.

Der Lagerring und die mittlere Scheibe wurden von einem metallurgischen Institut untersucht. Die Teile wurden auf deren Materialzusammensetzung, Härte und Mikro-Tiefen Härte, Herstellungsprozess und Oberflächenbehandlung untersucht.

Als Lösung für das Vanos-Rasselproblem wird ein Austauschlagerring für den Vanoskolben hergestellt, mit den selben Spezifikationen wie die des original Lagerringes aber mit einer reduzierten Höhe und mit sehr engen Höhentoleranzen. Der Lagerring ist in der Herstellung eine komplizierte und teure Komponente. Er wird aus einem speziellem Lagerstahl hergestellt und zu einer hohen Härte gehärtet. Alle seine Oberflächen sind geschliffen. Diese Technik erlaubt es harte Teile zu einer sehr engen Maßtoleranz und einer polierten Oberfläche zu bearbeiten.

Der Doppel-Vanos Rassel Reparatursatz beinhaltet zwei Austausch Vanoskolbenlagerringe.

Reparatur Techniken

Um den Lagerring des Kolbens auszutauschen, muss der Schraubendeckel, der das Lager zusammenhält, entfernt werden. Dies ist problematisch, da der Kolben bei seiner geringen Größe sehr fest gehalten werden muss, um den Schraubendeckel zu öffnen.

Der Kolben hat Rippen, die erlauben würden ihn zu kontern, um den Schraubendeckel zu öffnen. Aber die Kosten für die Herstellung eines Spezialwerkzeugs zu diesem Zweck und es für eine einmalige Nutzung anzubieten wären zu hoch. Ein Schraubstock kann genutzt werden, um den Kolben festzuhalten. Ein normaler Schraubstock würde den weichen Aluminium Kolben beschädigen. Übliche Aluminium und gummibeschichtete Aluminium Schraubstock-Schutzbacken bergen auch das Risiko den Kolben zu beschädigen. Weiche Nylon-Schraubstock-Schutzbacken wurden getestet und haben sich als gut erwiesen, den Kolben effektiv festzuhalten ohne das Risiko ihn zu beschädigen. Diese weichen Schraubstock-Schutzbacken werden als zugehöriges Werkzeug für die Reparatur angeboten. Diese Schutzbacken können auch sehr nützlich sein für Arbeiten an anderen empfindlichen Komponenten.

Durch den geringen Durchmesser des Kolbens wird sich der Kolben in den Schraubstockbacken mit den weichen Schutzbacken drehen, beim Versuch den Schraubendeckel des Kolbens zu öffnen oder zu schließen. Ein Schlagschrauber entfernt leicht und zieht den Schraubendeckel wieder einfach fest ohne Risiko den Kolben zu beschädigen. Daher ist ein Schlagschrauber und eine Schlagschraubernuss notwendig, um die Reparatur durchzuführen.

Symptome

Rasseln der Vanos bei verschiedenen Drehzahlen, oft 1800-2200 1/min. Das Rasseln kann auch im Leerlauf auftreten.

Die Vanoseinheiten werden mit hohem Kolbenlagerspiel hergestellt. Daher können alle Vanoseinheiten rasseln. Damit die Vanos rasselt muss eine Resonanz in dem Spiel der Nockenwelle und der verbundenen beweglichen Teile ausgelöst werden. Manche Fahrzeugmodelle sind mehr anfällig für diese Resonanz und rasseln eher als andere Modelle.

Modelle die häufiger anfällig sind für das Vanosrasseln:

3er Serie E46 320i, 323i, 330i

5er Serie E39 520i, 523i, 530i

5er Serie E60 530i

Z3 alle Modelle

Diese Liste wird aktualisiert sobald mehr Daten gesammelt sind.

Anmerkung: Alle Modelle können und haben auch schon das Vanosrasseln bekommen.

Reparatur Anleitung

Folgend ist die Rasselreparaturanleitung für die Doppel-Vanos Kolbenlager.

Diese Reparatur sollte zusammen mit der Doppel-Vanos Dichtring Reparatur durchgeführt werden. Die Rasselreparatur sollte durchgeführt werden, bevor die neuen Vanos-Dichtringe montiert sind.

[Doppel-Vanos Dichtring Anleitung](#)

Reparatur Zeit: Mechaniker 5Std., Bastler +1Std.

Teile, Werkzeug und Verbrauchsmaterial



Doppel-Vanos Rassel Reparatursatz (BS002) \$60/Satz (www.beisansystems.com/de),
weiche Schraubstock-Schutzbacken (BS091) \$15/Stk (www.beisansystems.com/de)

Achtung: Beisans weiche Schraubstock-Schutzbacken sind wichtig, zum Durchführen der Reparatur. Diese sind komplett aus Nylon und erlauben es den Schraubstock festzuziehen ohne den Kolben zu beschädigen. Andere Arten von Schutzbacken, wie solche aus Aluminium oder mit Gummi beschichtete Aluminiumbacken, können den Kolben beschädigen.



100mm oder größerer Schraubstock

Anmerkung: Der Schraubstock muss für die Benutzung montiert sein.



1/2" Schlagschrauber



24mm Schlagschraubernuss 1/2", T30 Torx Bit Nuss 1/4", 90 Grad Haken, Magnetheber, 1/4" Ratsche



Papiertücher, Bremsenreiniger, Sprühöl
Sandpapier ~400er Körnung (nicht abgebildet)

Reparatur

Die Reparatur wird durchgeführt, nachdem die Vanoseinheit vom Motor entfernt ist und die Vanos Zylinderdeckel abgenommen sind. Siehe Doppel-Vanos Anleitung, [Doppel-Vanos Dichtring Anleitung](#). Die Vanos-Dichtringe sind erst nach dieser Arbeit zu wechseln.

Für jeden Vanoskolben die folgende Arbeit durchführen.

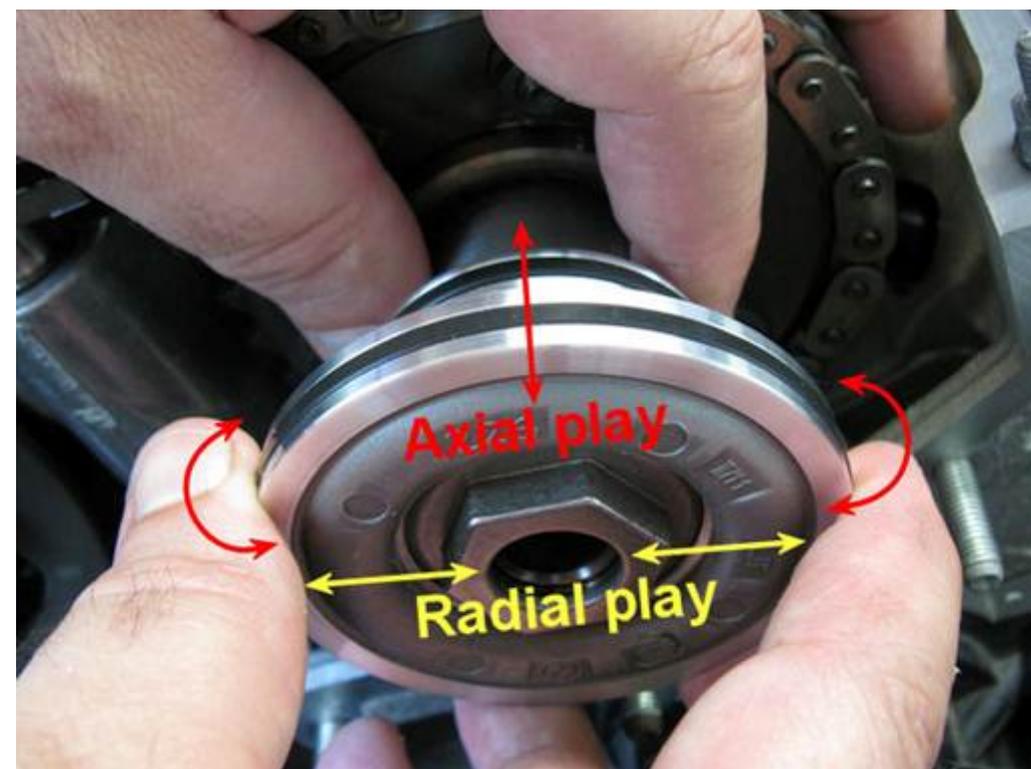
Ausbau des Kolbenlagers



Den Vanoskolben reinigen (Bremsenreiniger & Tücher).

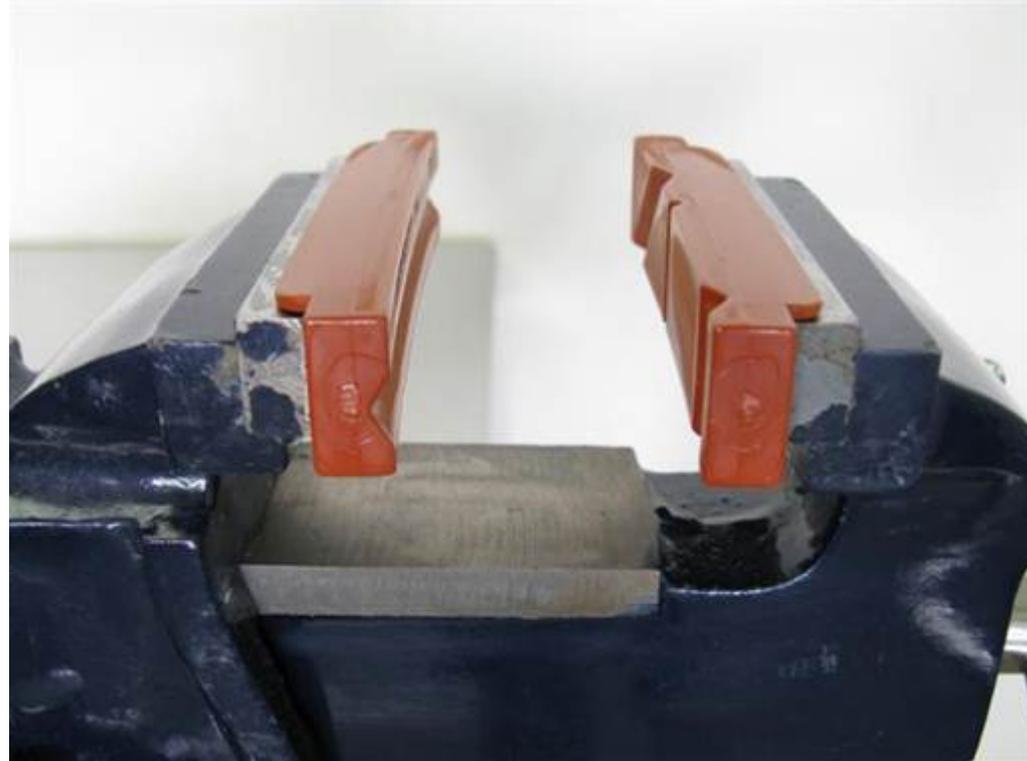


Den Kolben an die Zahnwelle der Einlassnockenwelle mit der Kolben/Zahnwellen Schraube montieren, Linksgewinde (T30 Torx Bit Nuss 1/4" / 1/4" Ratsche & Verlängerung).
Leicht anziehen.

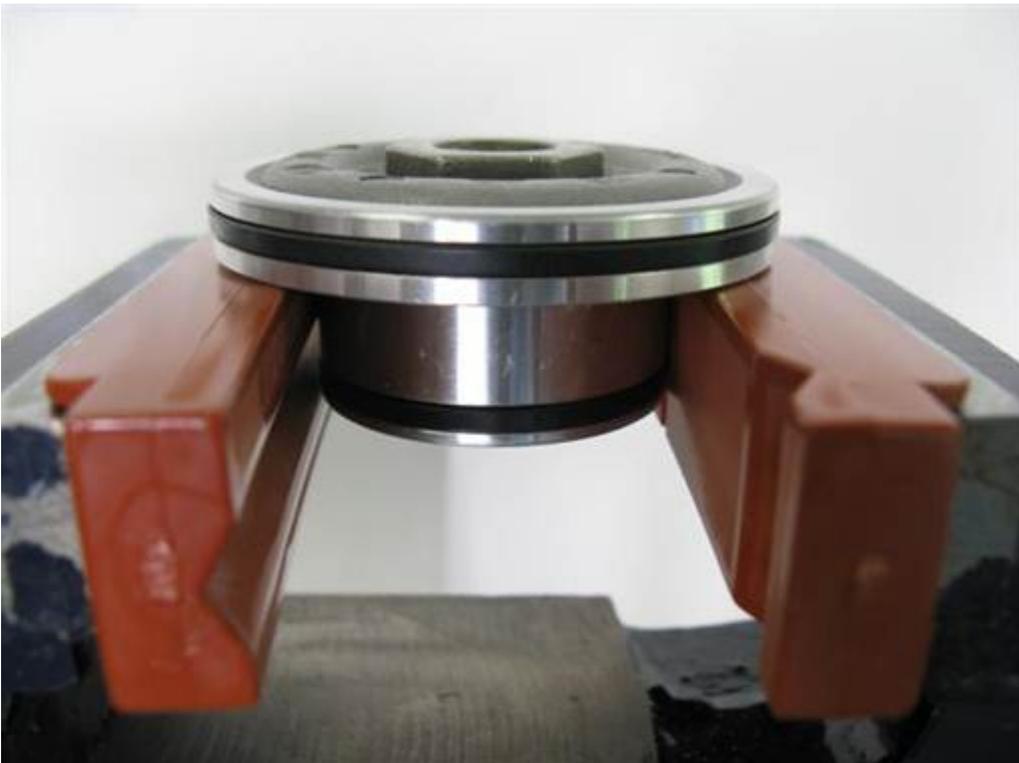


Das axiale Spiel des Kolbenlagers prüfen.
Die Zahnwelle festhalten und den Kolben hin und her kippen, um das axiale Lagerspiel festzustellen.
Das axiale Spiel kann auch geprüft werden, indem der Kolben wiederholt rein/raus zur Zahnwelle gedrückt/gezogen wird.
Anmerkung: Das radiale Spiel, seitliche Bewegungsfreiheit, ist normal und notwendig. Das sollte nicht mit dem axialen Spiel, rein/raus Bewegung, verwechselt werden.

Den Kolben und die Kolben/Zahnwellen Schraube wieder von der Zahnwelle entfernen, Linksgewinde (T30 Torx Bit Nuss 1/4" / 1/4" Ratsche & Verlängerung).



Die weichen Schutzbacken an die Schraubstockbacken anbringen.
Den Schraubstock soweit wie nötig öffnen, um den Kolbenschaft einzusetzen.



Den Kolbenschaft in den Schraubstock einsetzen und ihn oben auf den Schutzbacken aufliegen lassen.
Den Schraubstock fest anziehen.

Anmerkung: Die Schutzbacken sind weich und werden die Kolbenoberfläche nicht beschädigen.

Achtung: Den Kolben nicht ohne weiche (Nylon) Schraubstock Schutzbacken einklemmen. Andere Arten von Schutzbacken, wie solche aus Aluminium oder mit Gummi beschichtete Aluminiumbacken, können den Kolben beschädigen.



Lösen des Kolben Schraubendeckels (24mm Nuss 1/2" / 1/2" Schlagschrauber).

Wenn möglich den Schlagschrauber auf schwächste Stufe stellen.

Den Schlagschrauber auf Linksdrehung (Rückwärts) eingestellt für 1 Sekunden Intervalle einschalten, bis der Schraubendeckel sich löst.

Anmerkung: Den Schlagschrauber nicht nach unten drücken. Das hindert das Entfernen des Schraubendeckels.

Anmerkung: Der Kolben wird sich ein wenig zwischen den Schutzbacken drehen. Wenn der Kolben sich stark dreht, den Schraubstock fester anziehen.

Den Schraubstock lösen wenn der Schraubendeckel sich gelöst hat, um den Druck auf den Kolben zu verringern.



Den Kolbenlager Schraubendeckel entfernen (Hand).



Die obere Lagerscheibe entfernen (Magnetheber).
Anmerkung: Die Scheibe klebt oft mit Öl an dem Schraubendeckel und kommt mit diesem heraus.



Das obere Rollenlager entfernen (Magnetheber).



Die mittlere Lagerscheibe entfernen (Magnetheber).



Das untere Rollenlager entfernen (Magnetheber).



Den äußeren Lagerring entfernen.

Den Lagerring reinigen wenn er noch im Kolben sitzt (Bremsenreiniger & Tüchern).

Den rechten und linken Zeigefinger in den Lagerring stecken. Gegen die innere rechte und linke Wand des Lagerrings drücken und wackeln und den Ring aus dem Kolben ziehen.

Wenn der Ring fest steckt, den Haken zwischen den Boden des Rings und der unteren Scheibe stecken und gegen den Ring drücken, um den Sitz Ring/Scheibe zu lösen (90 Grad Haken).

Wenn der Ring kippt und sich im Kolben verklemmt, den Ring wieder ganz nach unten gegen den Boden drücken und den Ausbauversuch wiederholen. Wenn nötig den Ring nach unten Schlagen, um die Klemmung zu lösen und den Ring wieder ganz nach unten gegen den Boden des Kolbens zu bekommen (Griff des 90 Grad Hakens).

Anmerkung: Wenn der Lagerring sich schwer entnehmen lässt, den Schraubstock lösen.

Den Lagerring beiseite legen, da er nicht wieder eingebaut wird.



Die untere Lagerscheibe entfernen.

Den Haken innen zwischen Scheibenunterseite und Kolben stecken und die Scheibe herausziehen (90 Grad Haken).

Anmerkung: Die Scheibe ist schwer zu erkennen, wenn sie noch im Kolben liegt.



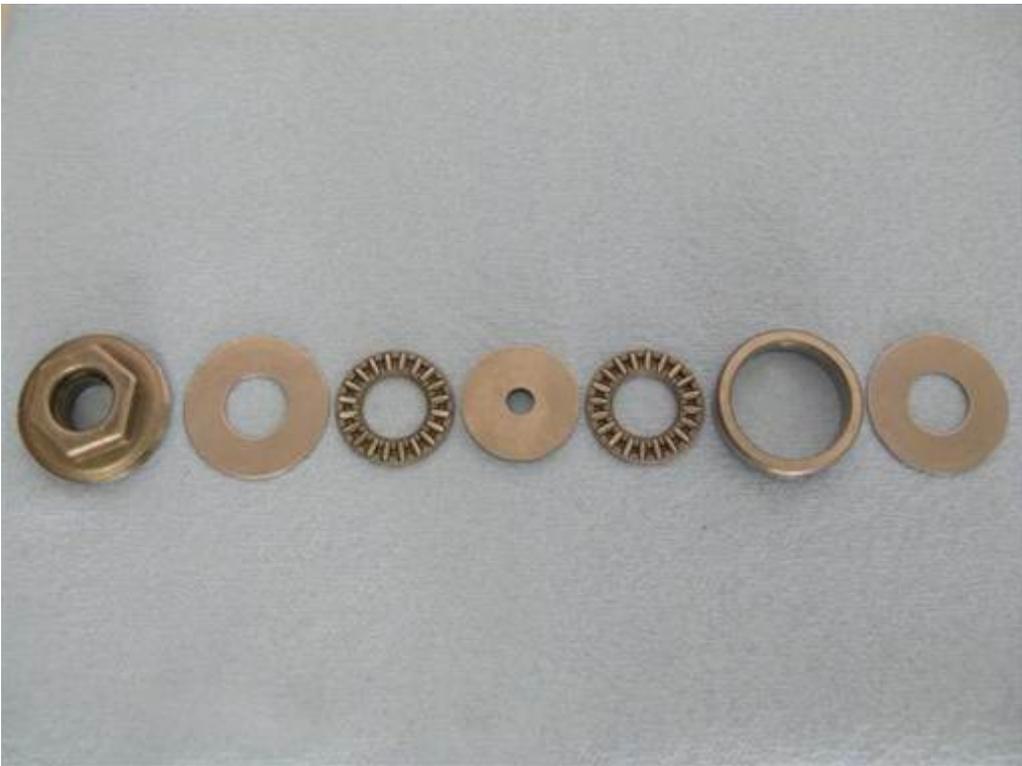
Reinigen der Teile

Die Lagerteile reinigen (Bremsenreiniger & Tücher).

Anmerkung: Es ist wichtig, dass die Lagerteile sorgfältig gereinigt sind. Das ist wichtig, um das neue axiale Lagerspiel richtig einstellen zu können.

Das Innere des Kolbens und den Schraubendeckel reinigen (Bremsenreiniger & Tücher).

Einbau des Kolbenlagers



Einbaureihenfolge der Lagerteile von rechts nach links.

Lagerteile von links nach rechts: Schraubendeckel, obere Scheibe, oberes Rollenlager, mittlere Scheibe, unteres Rollenlager, Ring, untere Scheibe.



Die untere Scheibe in den Kolben einlegen (Finger).

Anmerkung: Die obere und untere Lagerscheibe sind austauschbar. Auch die Seiten der Scheiben sind gleich, daher können die Scheiben in jeder Lage eingebaut werden.

Die Scheibe leicht nach unten drücken und hin und her bewegen bis sie richtig eingesetzt ist (Finger).



Den neuen Lagerring in den Kolben einsetzen (Finger).

Anmerkung: Der Ring ist an der Außenseite mit "BS" markiert.

Zuerst den Ring in den Kolben einsetzen.

Den rechten und linken Zeigefinger in den Ring stecken. Die Finger gegen die innere rechte und linke Wand drücken und den Ring hin und her bewegen und gleichzeitig leicht nach unten drücken, um den Ring einfacher richtig einsetzen zu können.

Anmerkung: Wenn der Lagerring sich schwer einsetzen lässt, den Schraubstock lösen.

Die Position der Finger um 90Grad drehen und das Einsetzen des Rings wiederholen, um sicherzustellen, dass er richtig eingesetzt ist.

Anmerkung: Der Ring sollte bündig auf der unteren Scheibe liegen (Bild).



Das untere Rollenlager in den Lagerring einsetzen.
Anmerkung: Das obere und untere Rollenlager ist austauschbar. Auch die Seiten des Rollenlagers sind funktional gleich, daher können die Lager in jeder Lage eingebaut werden.



Die mittlere Scheibe in den Lagerring des Kolbens einsetzen.
Anmerkung: Die Seiten der mittleren Scheibe sind gleich, daher kann die Scheibe in jeder Lage eingebaut werden.



Das obere Rollenlager in den Lagerring einsetzen.
Anmerkung: Die Seiten des Rollenlagers sind funktional gleich, daher können die Lager in jeder Lage eingebaut werden.



Die obere Lagerscheibe oben auf dem Lagerring einsetzen.
Anmerkung: Die Seiten der Scheibe sind gleich, daher kann die Scheibe in jeder Lage eingebaut werden.
Die Scheibe leicht nach unten drücken und hin und her bewegen bis sie richtig eingesetzt ist (Finger).



Den Schraubendeckel in den Kolben schrauben (Hand).
Den Schraubendeckel handfest anziehen.



Den Schraubstock fest anziehen.
Anmerkung: Die Schutzbacken sind weich und werden die Kolbenoberfläche nicht beschädigen.

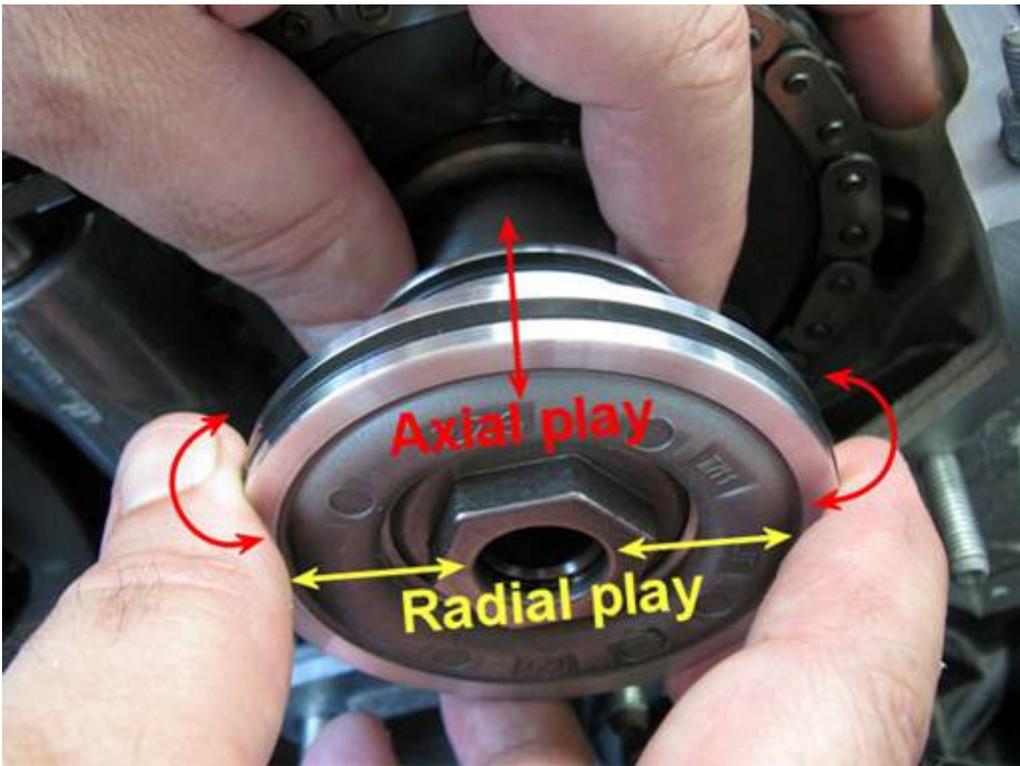
Den Schraubendeckel festziehen (24mm Nuss 1/2" / 1/2" Schlagschrauber).
Wenn möglich den Schlagschrauber auf schwächste Stufe stellen.
Den Schlagschrauber auf Rechtsdrehung (Vorwärts) eingestellt für 3 Intervalle je 1 Sekunde einschalten, um den Schraubendeckel festzuziehen.
Anmerkung: Den Schlagschrauber nicht nach unten drücken. Das hindert das Festziehen des Schraubendeckels.
Anmerkung: Der Kolben wird sich ein wenig zwischen den Schutzbacken drehen. Wenn der Kolben sich stark dreht, den Schraubstock fester anziehen.

Den Schraubstock lösen und den Kolben aus dem Schraubstock nehmen.

Prüfen und einstellen des Kolbenlagers



Den Kolben an die Zahnwelle der Einlassnockenwelle mit der Kolben/Zahnwellen Schraube montieren, Linksgewinde (T30 Torx Bit Nuss 1/4" / 1/4" Ratsche & Verlängerung).
Leicht anziehen.



Das axiale Spiel des Kolbenlagers prüfen.
Den Kolben drehen, um den Drehwiderstand festzustellen.
Die Zahnwelle festhalten und den Kolben hin und her kippen, um das axiale Lagenspiel festzustellen.
Anmerkung: Das axiale Spiel kann nicht richtig eingestellt werden, bevor nicht der Schraubendeckel festgezogen ist.
Anmerkung: Das radiale Spiel, seitliche Bewegungsfreiheit, ist normal und notwendig. Das sollte nicht mit dem axialen Spiel, rein/raus Bewegung, verwechselt werden.

Wenn der Kolben klemmt und nicht gedreht werden kann, ist der axiale Sitz zu fest und eine losere Einstellung ist notwendig.

Wenn der Kolben immer noch gekippt werden kann, ist immer noch axiales Spiel vorhanden und eine strammere Einstellung ist notwendig.

Jede Art von Widerstand (Vorspannung) in der Drehung des Kolbens zeigt, dass kein axiales Spiel mehr vorhanden ist und somit einen optimalen Sitz.

Anmerkung: US 3er E46 mit ZHP Leistungspaket und Fahrzeuge mit scharfen Nockenwellen aus dem Zubehörhandel (z.B. Schrick) dürfen kein axiales Lagerspiel mehr haben und das Lager muss Drehwiderstand (Vorspannung) haben, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

Den Kolben und die Kolben/Zahnwellen Schraube wieder von der Zahnwelle entfernen, Linksgewinde (T30 Torx Bit Nuss 1/4" / 1/4" Ratsche & Verlängerung).



Lager lockerer einstellen.

Wenn der Kolben klemmt und nicht gedreht werden kann, ist der axiale Sitz zu fest und eine losere Einstellung ist notwendig.

Das Kolbenlager nach obiger Anleitung auseinanderbauen.

Das Sandpapier (~400er) auf eine flache Tischplatte legen. Die mittlere Lagerscheibe auf das Sandpapier legen.

Die Scheibe auf dem Sandpapier ~15cm vor und zurück bewegen dabei die Scheibe an das Sandpapier drücken. 10 Sekunden schleifen.

Die Scheibe um 90 Grad drehen und den Schleifvorgang wiederholen.

Die Scheibe umdrehen und den oberen Schleifvorgang wiederholen, 10 Sekunden schleifen, 90 Grad drehen, 10 Sekunden schleifen.

Die Scheibe reinigen (Bremsenreiniger & Tücher).

Das Kolbenlager nach obiger Anleitung zusammenbauen und das axiale Lagerspiel einstellen.

Anmerkung: Die Scheibe ist aus gehärtetem Stahl und Material ist nicht einfach abzutragen. Der Schleifvorgang wird ~0,005mm von der Scheibenhöhe abtragen. Die Scheibe benötigt vielleicht max 0,015mm Höhenjustierung.



Lager strammer einstellen.
Wenn der Kolben immer noch gekippt werden kann, ist immer noch axiales Spiel vorhanden und eine strammere Einstellung ist notwendig.
Das Kolbenlager nach obiger Anleitung auseinanderbauen.
Das Sandpapier (~400er) auf eine flache Tischplatte legen. Den Lagerring auf das Sandpapier legen.
Den Ring auf dem Sandpapier ~15cm vor und zurück bewegen dabei den Ring an das Sandpapier drücken. 10 Sekunden schleifen.
Den Ring um 90 Grad drehen und den Schleifvorgang wiederholen.
Den Ring umdrehen und den oberen Schleifvorgang wiederholen, 10 Sekunden schleifen, 90 Grad drehen, 10 Sekunden schleifen.
Den Ring reinigen (Bremsenreiniger & Tücher).
Das Kolbenlager nach obiger Anleitung zusammenbauen und das axiale Lagerspiel einstellen.
Anmerkung: Der Ring ist aus gehärtetem Stahl und Material ist nicht einfach abzutragen. Der Schleifvorgang wird ~0,005mm von der Ringhöhe abtragen. Der Ring benötigt vielleicht max 0,015mm Höhenjustierung.

Wenn der Kolbenlagersitz eingestellt ist und, falls notwendig, die Einstellung durchgeführt wurde, ist Sprühöl von beiden Seiten in das Kolbenlager zu sprühen (Sprühöl).
Das Lager drehen, um das Öl zu verteilen (Finger).

Den Vorgang für den zweiten Kolben wiederholen.