

## Der Klimakompressor



Bild 1: Klimakompressor Sanden SD7V16

## 1. Einleitung

In fast allen SGA's kommt ein Klimakompressor der Firma Sanden vom Typ SD7V16 zum Einsatz. Bei Galaxy's mit Ford-Motor (2.0l und 2.3 l Benzin) ist eventuell ein anderer Kompressor-Fabrikat eingebaut. Der Sanden SD7V16 wird bei einer Vielzahl von VW-Fahrzeugen, aber auch bei Renault, Citroen, Alfa Romeo, etc. eingesetzt. SD steht dabei für Sanden, die 7 für 7 Kolben, V für verstellbaren Hub und die 16 für 160 ccm Hubraum. Von diesem Kompressor-Typ gibt es viele verschiedene Modellvarianten, die an die Anbausituation bei einem bestimmten Motor angepasst wurden. Die Modelle unterscheiden sich u.a. hinsichtlich Befestigungsflansch, Steckergeometrie, der Anbringung der Klimaleitungen und der Öleinfüllschraube. Auch für den SGA gibt es daher mehrere Modelle des Kompressors, abhängig von Baujahr und Motor.

Dieser Beitrag beschreibt die Funktionsweise des Sanden SD7V16 Kompressors. Die Besonderheit des Kompressors liegt in der selbsttätigen Anpassung des Kolbenhubes abhängig von der benötigten Kühlleistung. Diese Anpassungsmöglichkeit führt zu einer deutlichen Kraftstoffersparnis und schont durch weniger Ein/Ausschaltvorgänge die Magnetkupplung des Kompressors.

Leider ist die grosse Mehrheit der Werkstattmitarbeiter nur unzureichend mit der Funktionsweise einer Autoklimaanlage vertraut. Mit der Fehleranalyse einer Klimaanlage, die obendrein einen Kompressor mit verstellbarem Hub enthält, sind leider die Allermeisten überfordert. Durch mangelndes Verständnis wird ein hoher Prozentsatz der Kompressoren zu Unrecht ausgetauscht. Wenn der Kompressor jedoch tatsächlich defekt war, fällt in vielen Fällen auch der neue Kompressor bereits nach kurzer Zeit wieder aus, weil vor dem Anbau nicht alle notwendigen Vorsichtsmaßnahmen ergriffen wurden.

Nur wenige dürften in der Lage sein, den Austausch eines Klima-Kompressors aus der Portokasse zu bezahlen. Es ist daher das Ziel dieses Beitrages das notwendige technische Know-How zu vermitteln, um den geplanten Austausch des Kompressors kritisch hinterfragen zu können. In vielen Fällen dürfte das Verständnis für die Funktion des Kompressors auch dabei helfen, einen Schaden von vornherein zu vermeiden.

## **2. Der Kompressorschaden**

### **2.1 Allgemeines**

Wenn der Kompressor wegen eines Defektes ausgetauscht werden soll, rate ich dazu, den Kompressorkopf des defekten Kompressors zu öffnen. Sind die Zylinderwände beschädigt, kann man davon ausgehen, dass Aluminiumspäne und Metallpartikel durch die komplette Klimaanlage verteilt sind. Werden die Späne nicht sorgsamst aus der Klimaanlage entfernt, verstopft eines oder beide Filtersiebe im neuen Kompressor innerhalb kurzer Zeit. Im schlimmsten Fall erzeugen die Späne einen erneuten Kolbenfresser des neuen Kompressors, was zu weiteren Spänen im System führt. Wenn das Filtersieb vor der Drosselbohrung verstopft, kann der Kompressor seinen Kolbenhub nicht mehr reduzieren. Er wird dann ständig vom Hochdruckschalter aus- und eingeschaltet. Auch wenn die Siebe gereinigt werden könnten (das macht sicher keiner), wird in den meisten Fällen ein neuer Kompressor eingebaut. Um diesen Teufelskreis zu verhindern, sollte bei einem Kompressortausch immer auch das Expansionsventil und die Trocknerpatrone ersetzt werden. Die Anlage muß weiterhin sorgsam gespült werden, um alle Späne sicher zu entfernen.

### **2.2 Vorbeugende Klimawartung**

Bis heute geht VW offiziell davon aus, dass die Klimaanlage nicht gewartet werden muß. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass auch bei intakter Anlage jedes Jahr etwa 15% des Kältemittels aus der Anlage entweicht. Beim SGA kommt erschwerend dazu, dass die Klimaleitungen sowie der Trocknerpatronendeckel zu den grossen Schwachpunkten des Fahrzeuges gehören. Bei einem nennenswerten Prozentsatz der Fahrzeuge korrodieren die Klimaleitungen bereits nach drei Jahren von Innen nach aussen durch. Das Kältemittel entweicht und oft genug nimmt auch der Kompressor durch Schmierölmangel Schaden. Der Kompressor im SGA würde nur sehr selten ausfallen, wenn die Klimaanlage etwa alle 3 Jahre fachmännisch gewartet und die Leitungen sowie der Deckel nicht korrodieren würden.

### **2.3 Überfüllung der Klimaanlage**

Der mit Abstand häufigste Grund, weshalb eine Klimaanlage nicht mehr funktioniert, ist dass schlicht zuviel Kältemittel eingefüllt wurde. In vielen Fällen wird die Füllmenge für eine Doppelklimaanlage

eingefüllt, obwohl nur eine "einfache" Klimaanlage eingebaut ist. Eine Doppelklimaanlage erkennt man an den Luftausströmern im Dachhimmel über den hinteren Sitzen. Bei einer Überfüllung der Anlage erzeugt der Kompressor einen zu hohen Druck. Der Kompressor wird dann über den Hochdruckschalter abgeschaltet, um die Anlage vor Schaden zu bewahren. Um eine Klimaanlage mit einem Kompressor mit variablem Kolbenhub zu diagnostizieren, ist eine Messung des Kältemitteldruckes auf der Hoch- und Niederdruckseite des Kompressors unumgänglich. Der Druck auf der Niederdruckseite sollte 1-3 Bar betragen. Der Druck auf der Hochdruckseite ist sehr stark temperaturabhängig. Er sollte max. 25 Bar betragen. Wenn eine Werkstatt nicht in der Lage ist, den Kältemitteldruck doch- und niederdruckseitig zu messen, bzw. Schlußfolgerungen zu ziehen, sollte man es vorziehen, zu einem Fachbetrieb fahren. In der Regel kennen sich Bosch-Dienste besser mit Klimaanlagen aus, als andere Autowerkstätten.

## **2.4 Schmierölmangel**

Solange die Schmierung des Kompressors sichergestellt werden kann, ist ein Sanden SD7V16 Kompressor nahezu unkaputtbar. Leider verträgt er einen Schmierölmangel über einen längeren Zeitraum nur schlecht. Schmierölmangel tritt immer dann auf, wenn die Klimaanlage kaum noch Kühlmittel enthält. Der Niederdruckschalter der Klimaanlage dient eigentlich dazu, diesen Zustand frühzeitig anzuzeigen. Bei einer Climatronic-Klimaanlage blinkt dann nach dem Einschalten die Anzeige für einige Zeit. Wenn dies der Fall ist, sollte man die Klimaanlage sofort auf ECO bzw. AUS stellen und umgehend einen Klima-Check machen lassen. Bei einer manuellen Klimaanlage unterbricht der Niederdruckschalter die Stromversorgung zur Magnetkupplung erst dann, wenn so gut wie kein Kältemittel mehr in der Anlage vorhanden ist. Oft ist es dann bereits zu spät.

Im Normalfall werden die Kolben zunächst schwergängig. Eventuell wird dieser Zustand durch Quietschen der Magnetkupplung angezeigt. Durch die schwergängigen Kolben benötigt die Klimaanlage mehr Antriebsleistung, die die Magnetkupplung nicht übertragen kann. Mit etwas Liebe und Geduld kann man den Kompressor in diesem Zustand dazu bekommen, weiterhin seinen Dienst zu verrichten, wenn man ihn sofort abschaltet und dann den Schmierölmangel behebt.

Der Schmierölmangel führt dann dazu, dass feine Aluspäne von der Zylinderwand des Kompressors abgetragen werden. Sie wird rau, was den Prozess des Späne-Abtragens weiter beschleunigt. Wenn ein oder mehrere Kolben fressen, blockiert der Kompressor. Eventuell wird durch die Reibungshitze der durchrutschenden Magnetkupplung die Magnetspule dann so heiß, dass sie schliesslich durchbrennt. Wenn man nach einem Ausfall der Klimaanlage feststellt, dass die Spule der Magnetkupplung durchgebrannt ist, ist es zu früh, um aufzuatmen. Vielleicht zeigt die durchgebrannte Magnetkupplung einen Kolbenfresser an. Auch wenn sich der Kompressor nach dem Abkühlen wieder durchdrehen lässt, könnte ein Kolben gefressen haben. Bevor man die Magnetkupplung einzeln tauscht, sollte man daher den Kompressorkopf abbauen und die Zylinderwände auf Beschädigung prüfen.

## **2.5 Magnetspule durchgebrannt**

Ob die Magnetkupplung noch intakt ist, kann man prüfen, indem man die elektrische Steckverbindung am Kompressor löst und den Widerstand der Magnetspule mit einem Multimeter prüft. Der Widerstand einer intakten Spule beträgt etwa 3 - 5 Ohm. Um die Magnetspule zu tauschen, wird ein Abziehwerkzeug benötigt, mit dem die Lagerung der Riemenscheibe vom Kompressorgehäuse abgezogen wird.

## 2.6 Bruch eines Einlassventils

Neben dem Schmierölmangel kommt noch ein Bruch eines Einlassventils in Betracht. Die Metallteile des Flatterventils fügen dann innerhalb von kurzer Zeit den Zylinderwänden schweren Schaden zu, so dass der Kompressor schliesslich frisst.

## 3. Die Funktionsweise



Bild 2: Das Typenschild des Kompressors

Auf dem Typenschild kann man ablesen, wann der Kompressor hergestellt wurde. Leider ist nicht genau bekannt, wo die Unterschiede zwischen dem Kompressor 7M0 820 803 (Modell 1226) und 7M3 820 803 A (Modell 12245) bestehen, wobei der 803 A die verbesserte Version des 803 ist.

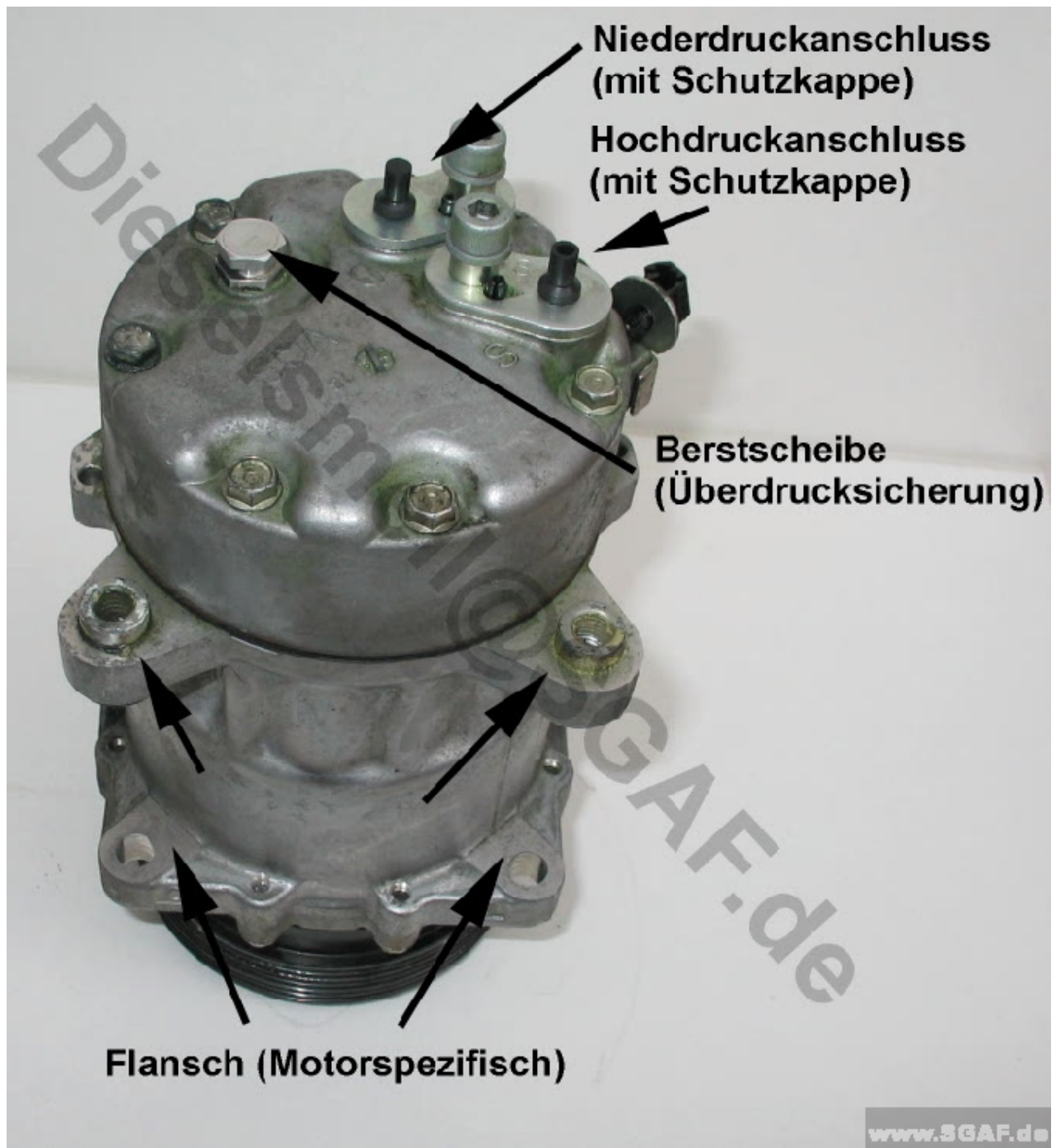


Bild 3: Der Kompressorkopf

Auf dem Bild erkennt man eine intakte Berstscheibe. Sie hat einen kaum wahrnehmbaren Schlitz. Die Berstscheibe ist die Sollbruchstelle der Klimaanlage, wenn der aufgebaute Druck zu hoch wird und die Abschaltung durch den Hochdruckschalter nicht funktioniert. Durch dieses Ventil gelangt im Schadensfall das gesamte Kältemittel nach aussen.



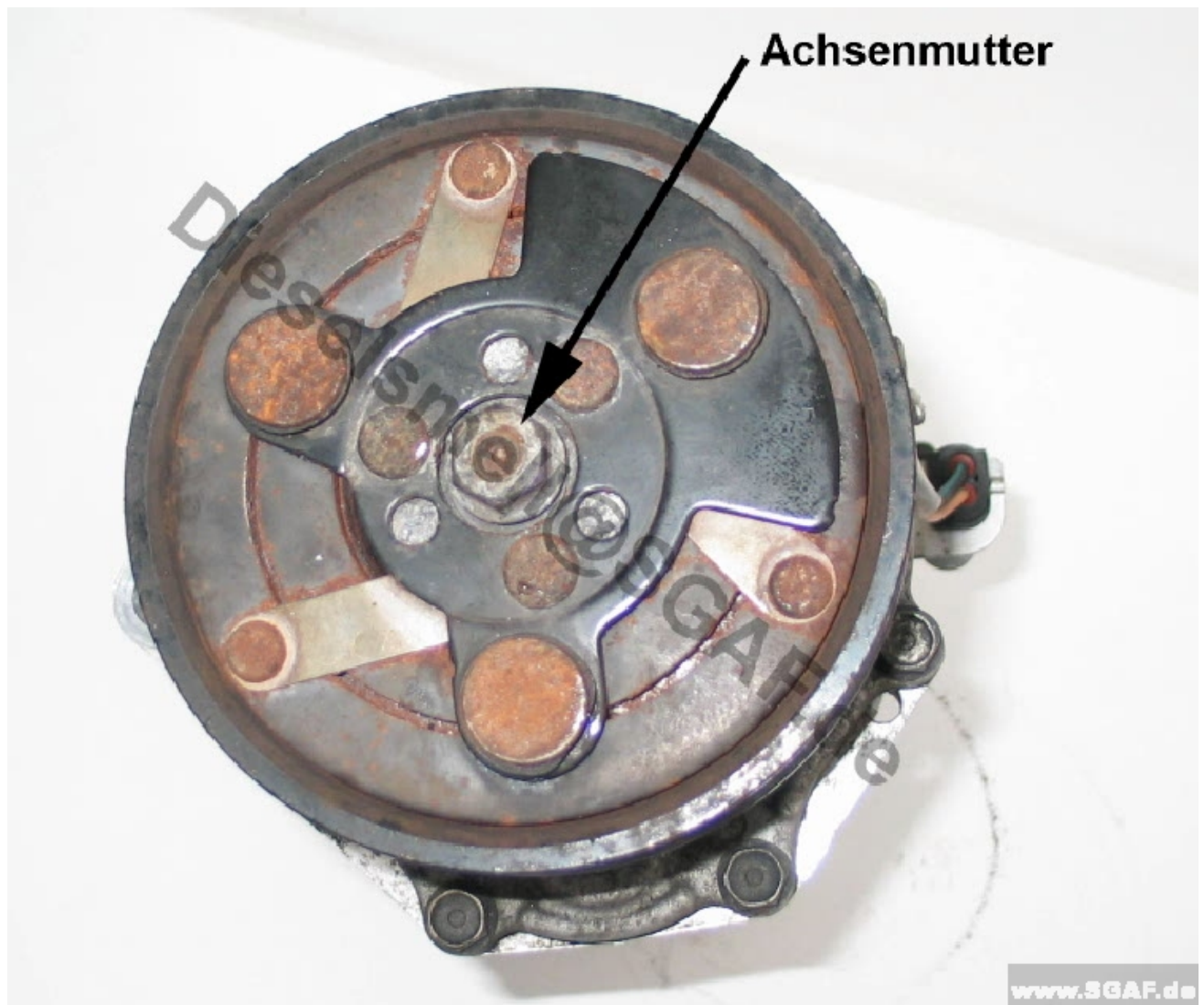


Bild 4: Die Magnetkupplung

Der Kompressor wird über den gleichen Keilrippenriemen angetrieben, der auch die Lichtmaschine umschlingt. Die Riemenscheibe des Kompressors ist auf einem Kugellager gelagert und läuft ständig mit. Damit der Kompressor anläuft, muß eine Magnetkupplung bestromt werden. Diese bewirkt, dass die Kompressorwelle kraftschlüssig mit der Riemenscheibe verbunden wird. Im Inneren der Riemenscheibe ist daher eine Kupferspule angebracht. Wenn die Kupferspule von Strom durchflossen wird, wird sie magnetisch. Eine fest mit der Kompressorwelle verbundene Metallplatte wird an einen Reibbelag angezogen und sorgt ab dann dafür, dass der Kompressor mit der Riemenscheibe mitläuft. Sobald die Magnetspule nicht mehr bestromt wird, stoppt der Kompressor.

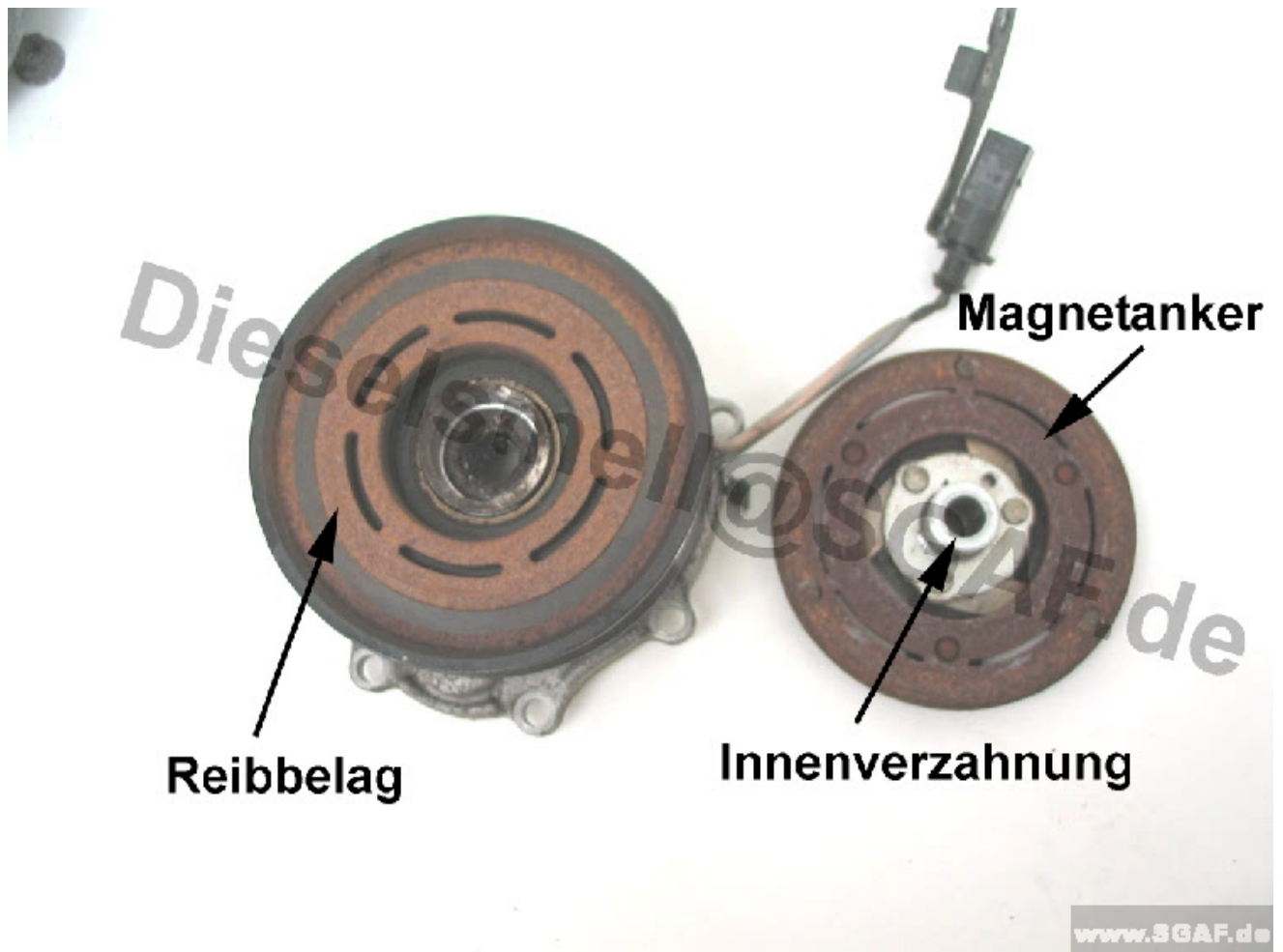


Bild 5: Reibbelag und Anker der Magnetkupplung

Links auf dem Bild sieht man den Reibbelag, unter dem die Magnetspule verborgen ist. Auf der rechten Seite erkennt man die Ankerplatte, die über eine Verzahnung mit der Kompressorwelle verbunden ist. Die dünnen Blechstreifen geben der Ankerplatte die notwendige Bewegungsfreiheit, damit sie sich bei Bestromung der Spule Richtung Kompressor bewegen kann. Die Blechstreifen sind jedoch stabil genug, um das Drehmoment des Kompressors zu übertragen.

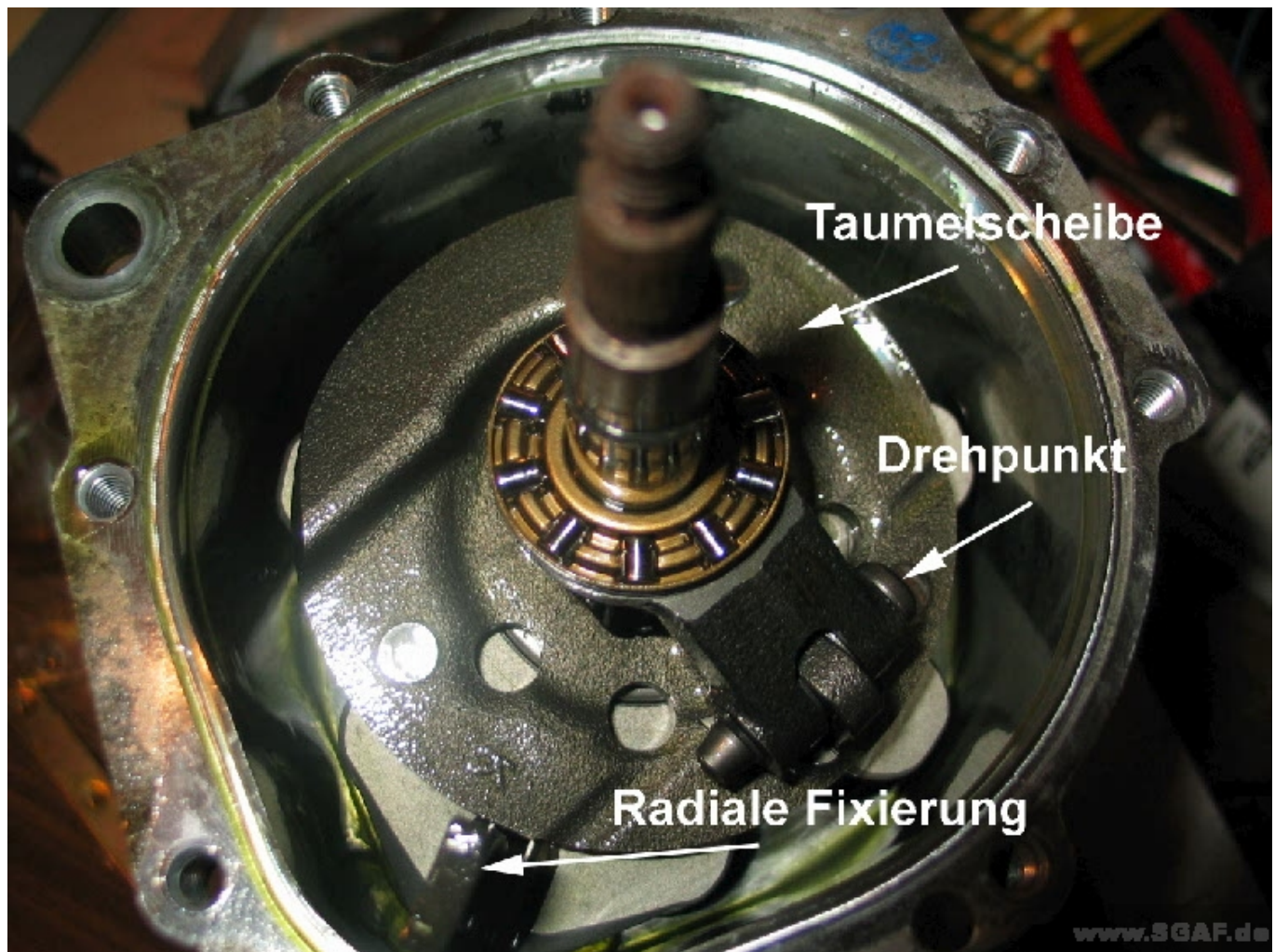


Bild 6: Taumelscheibe im geöffneten Kompressor

Die Taumelscheibe besteht aus zwei aufeinander liegenden Platten, zwischen denen sich ein Kugellager befindet. Dadurch müssen beide Platten zwar dieselbe Neigung haben. Die untere Platte dreht sich jedoch nicht, während die obere Platte von der Kompressorwelle angetrieben wird.



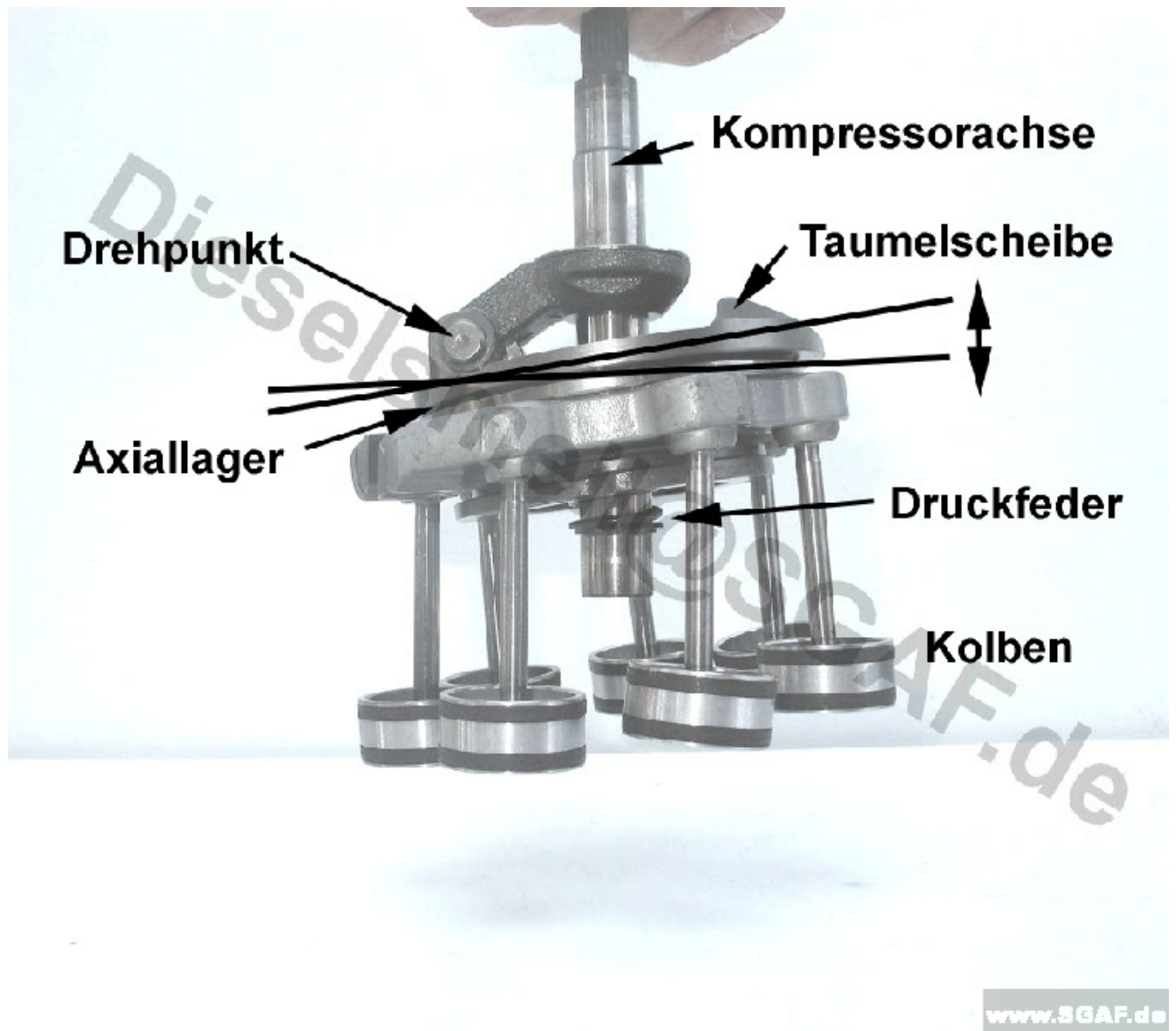


Bild 7: Taumelscheibe mit Kolben

Im Bild erkennt man die 7 kreisförmig angeordneten Kolben. Die Drehbewegung der oberen Hälfte der Taumelscheibe bewirkt, dass sich jeder Kolben bei jeder Umdrehung der Kompressorwelle einmal hoch und wieder runter bewegt. Die Taumelscheibe kann ihre Neigung um den Drehpunkt auf der linken Seite verändern. Der Kragarm ist fest mit der Kompressorwelle verstiftet. Durch den Drehpunkt auf der linken Seite ist der obere Totpunkt der Kolben fest vorgegeben. Wenn man die Neigung der Taumelscheibe verändert, ändert man damit den Weg, den sich die Kolben nach unten bewegen. Die Verstellung des Kompressorhubes erfolgt über eine Änderung des Kältemitteldruckes im Kurbelgehäuse. Wenn nur ein geringer Druck im Kurbelgehäuse herrscht, sorgt die im Bild sichtbare Druckfeder für eine maximale Neigung der Taumelscheibe und somit für einen maximalen Kolbenhub. Wird der Druck im Gehäuse erhöht, wirkt der Druck auf die Rückseite des Kolbens. Da die Position des Kolbens unter dem Drehpunkt fix vorgegeben ist, ist die Kraft auf den Kolben, der am weitesten vom Drehpunkt entfernt liegt, am grössten. Die Feder wird überdrückt und die Neigung der Taumelscheibe verringert sich. Bei höherem Druck im Kurbelgehäuse verringert sich daher der Kompressorhub.

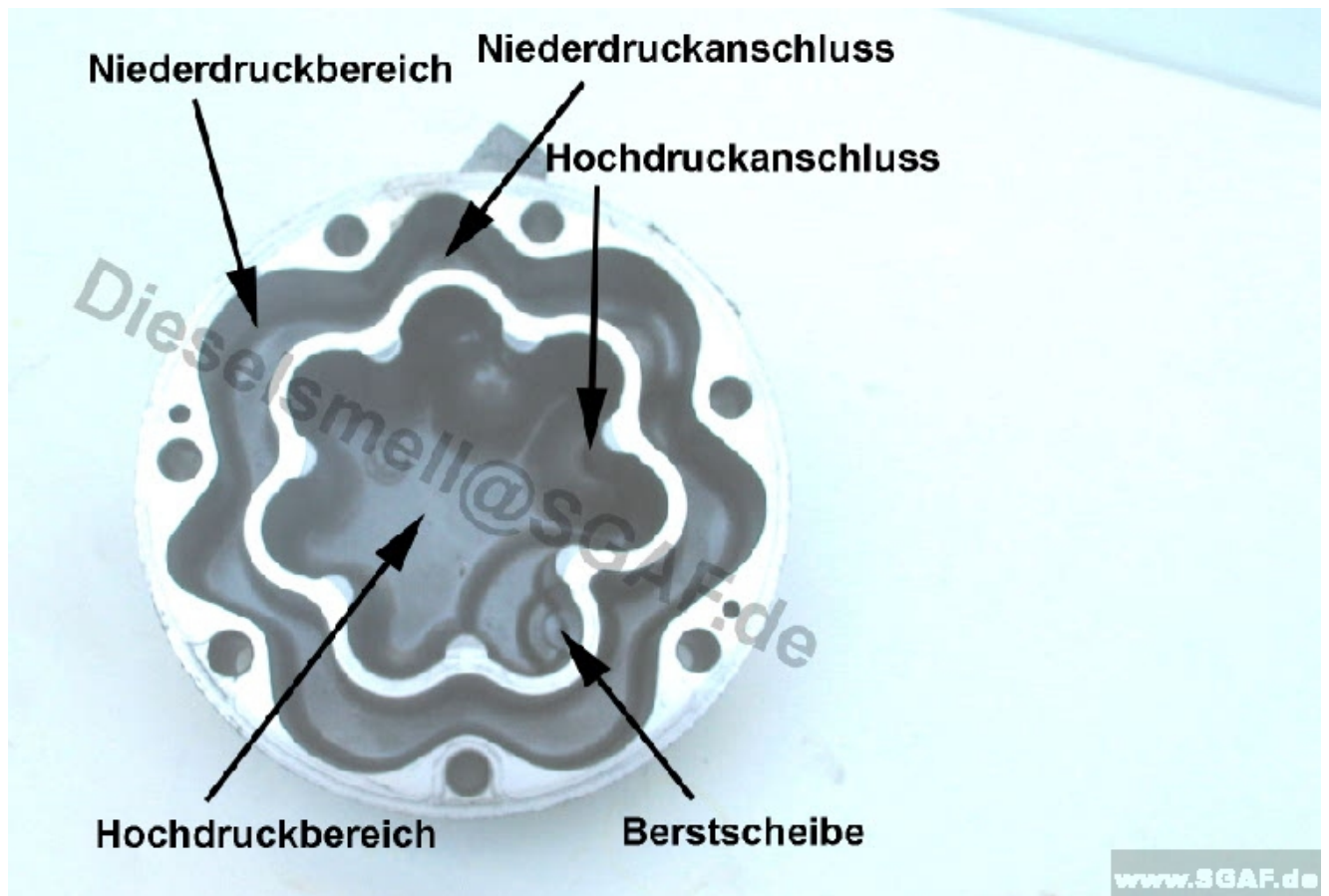


Bild 8: Der Kompressorkopf von Innen

Die bogenförmige Abtrennung im Kompressorkopf unterteilt ihn in einen Niederdruckbereich (aussen) und einen Hochdruckbereich (innen)

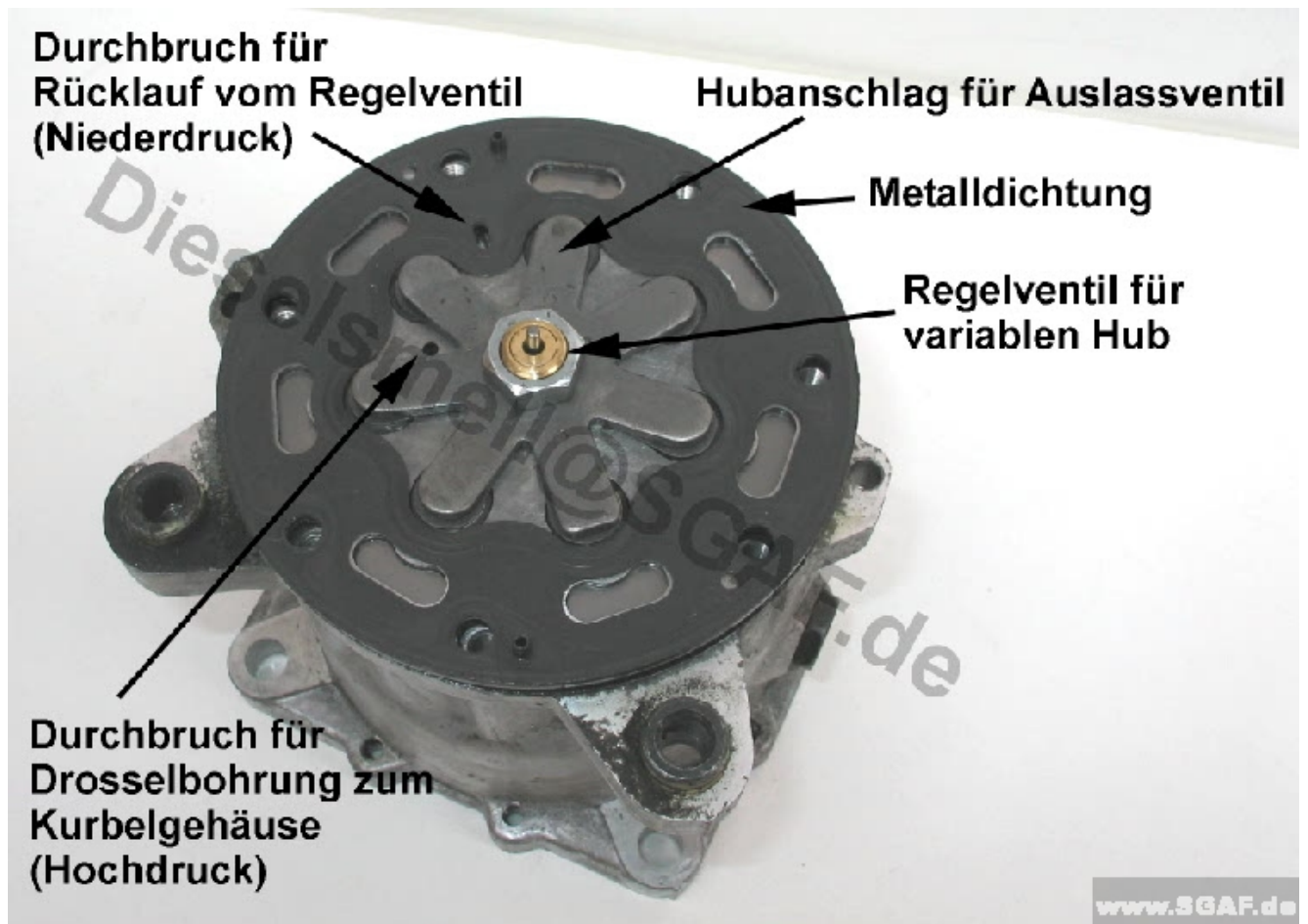


Bild 9: Der Kompressor ohne Kopf

Wenn man die Abtrennung in Hoch- und Niederdruckbereich verinnerlicht hat, kann man nachvollziehen, dass die äusseren Ausnehmungen für die Einlassventile und die inneren für die Auslassventile gedacht sein müssen. In der Mitte erkennt man das Regelventil. Wenn das Regelventil geöffnet ist, gibt es eine Verbindung zwischen dem Kurbelgehäuse und dem Niederdruckbereich des Kompressors. Der maximale Kompressorhub kann nur erreicht werden, wenn das Ventil geöffnet ist.

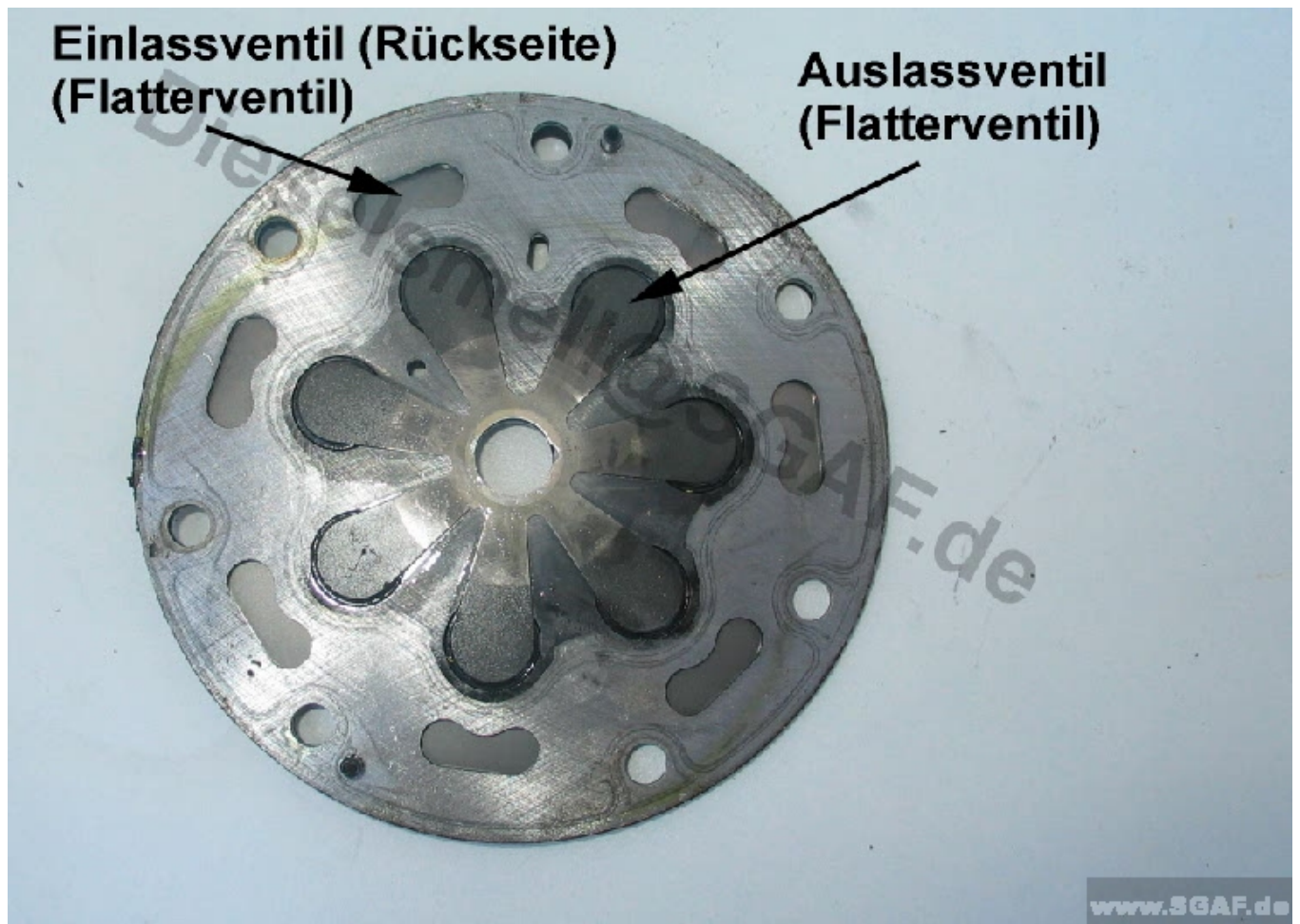


Bild 10: Die Dichtscheibe von der Hochdruckseite aus gesehen

Die Flatterventile öffnen, sobald im Zylinder ein höherer Druck herrscht, als im Hochdruckbereich. ansonsten sind sie geschlossen und dichten den Kolbenraum zum Hochdruckbereich ab. Die Auslassventile öffnen sich zum Hochdruckraum hin. Ihr maximaler Weg wird durch Blechfinger begrenzt, die in Bild 9 erkennbar sind.



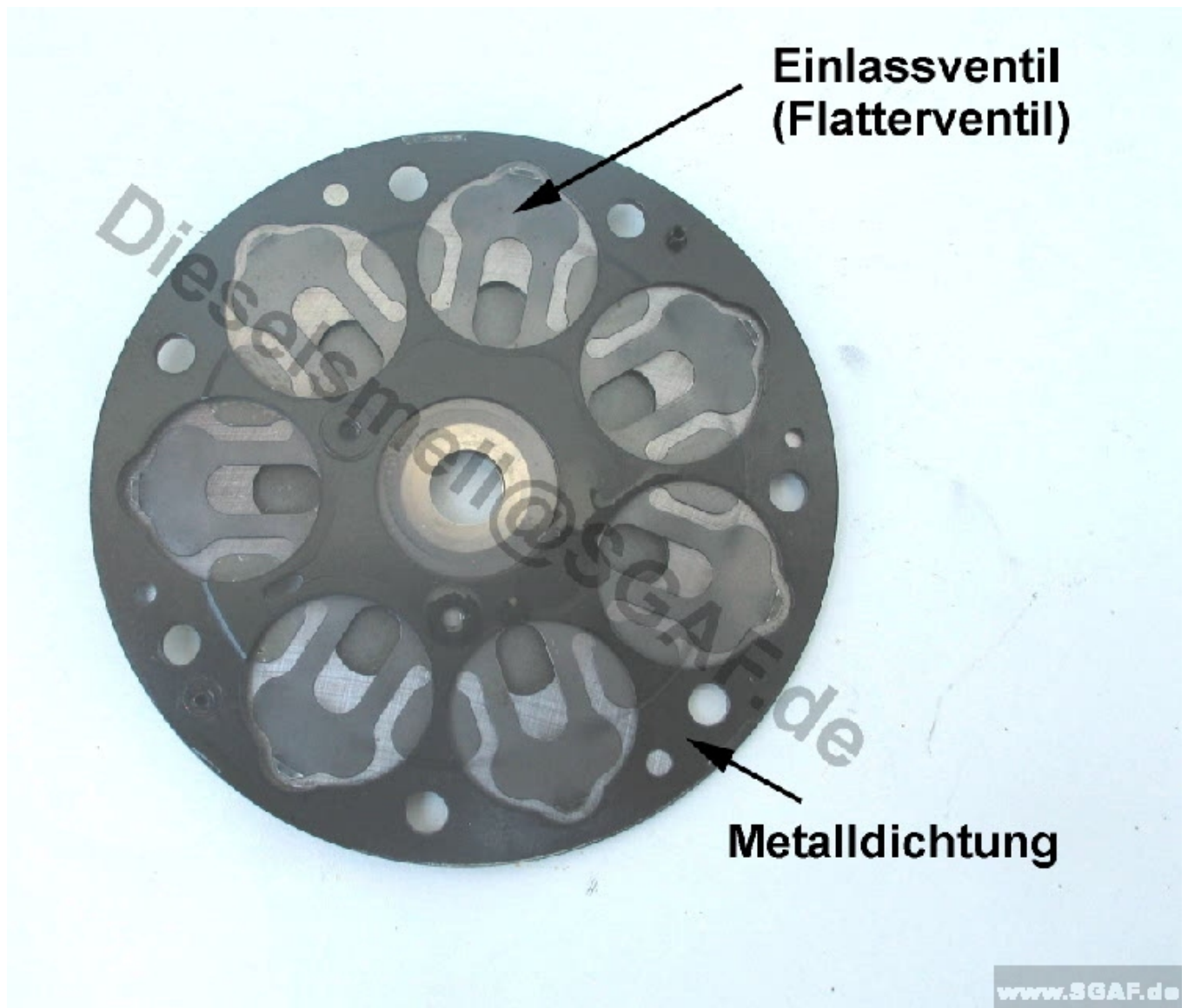


Bild 11: Die Dichtscheibe vom Kurbelgehäuse aus gesehen

Bei der Abwärtsbewegung der Kolben öffnet das Einlassventil und Kältemittel wird aus dem Niederdruckbereich angesaugt. Bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens schliesst das Ventil wieder und dichtet den Zylinder zum Niederdruckbereich hin ab.

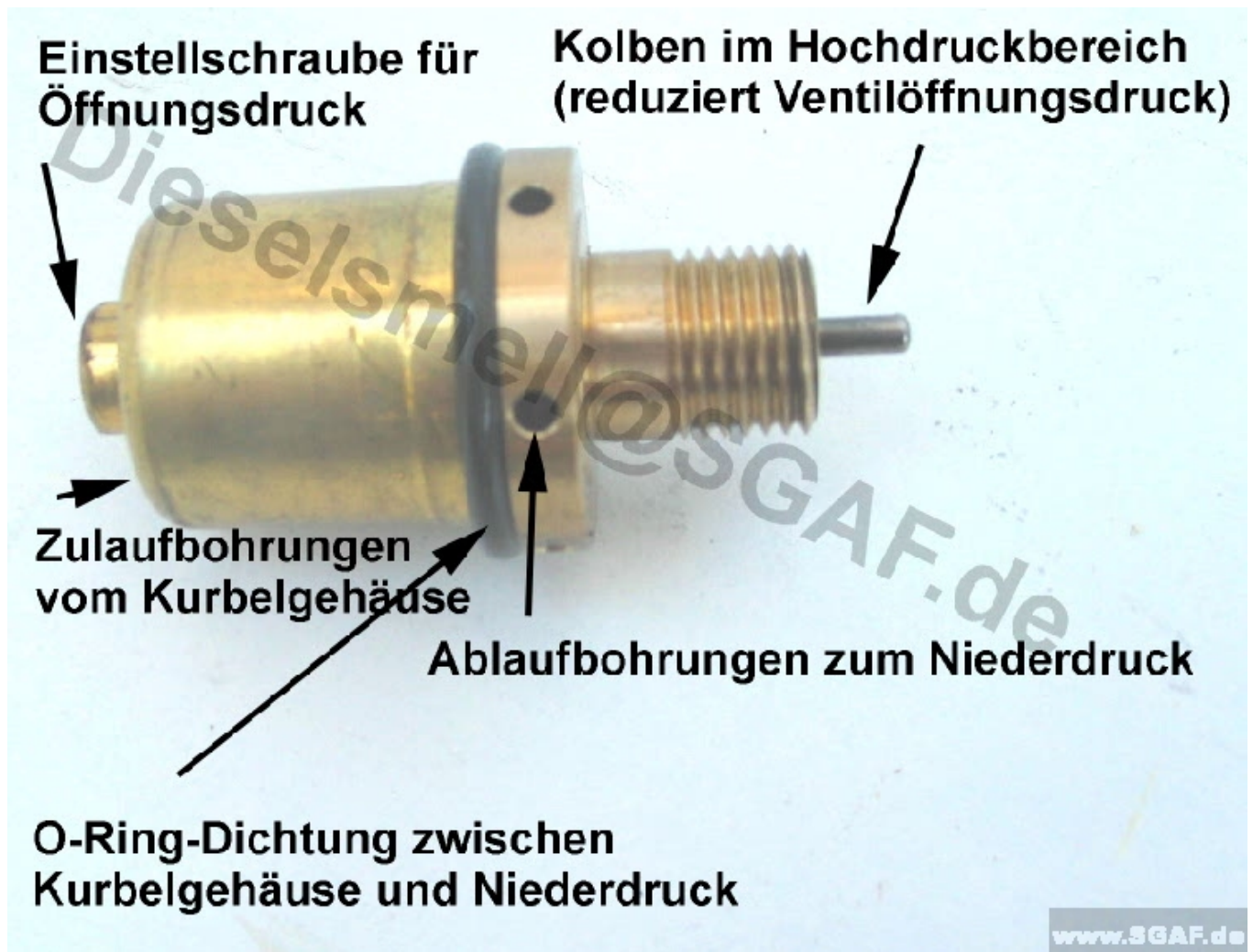


Bild 12: Das Regelventil für den variablen Hub

Das Regelventil des Kompressors regelt den Hub des Kompressors. Man erkennt seine mittige Anordnung in Bild 9. Das Regelventil enthält im wesentlichen einen Faltenbalg aus Kupfer, der wie eine Feder wirkt. Das Ventil ist im Normalfall geschlossen. Nur wenn das Ventil geschlossen ist, kann ein Druck im Kurbelgehäuse aufgebaut werden, der dann den Kolbenhub verringert. Auf der rechten Seite des Ventilsitzes liegt der Druck aus dem Niederdruckbereich des Kompressors an. Wenn der Druck im Niederdruckbereich ansteigt, bedeutet dies, dass dem Kältemittel im Verdampfer sehr viel Kälte entzogen wurde. Durch die höhere Temperatur des Kältemittels steigt dann auch der Druck. Ein höherer Druck im Niederdruckbereich bedeutet also, dass der Kompressor mehr Leistung bringen muß. Der höhere Druck im Niederdruckkreislauf bewirkt, dass der Kupferbalg im Inneren des Ventils zusammengedrückt wird. Das Ventil öffnet und der Druck im Kurbelgehäuse des Kompressors kann in den Niederdruckbereich entweichen. Danach vergrößert sich der Kolbenhub des Kompressors. Schliesslich fördert der Kompressor so viel Kältemittel, dass im Verdampfer weniger Kälte entzogen wird. Daraufhin verringert sich der Druck im Niederdruckbereich wieder, das Ventil schliesst und es wird wieder Druck im Kurbelgehäuse aufgebaut, der den Kolbenhub verringert.

Das Ziel der Kompressorregelung ist es, die Temperatur im Verdampfer auf einem Niveau konstant zu halten, dass das Kältemittel im Verdampfer gerade nicht gefriert. Für eine optimale Regelung ist es sinnvoll, auch den Druck auf der Hochdruckseite zu berücksichtigen. Der Druck dort wird über das

kleine KÖlbchen in den Innenraum übertragen und führt zu einem früheren Öffnen des Ventils bei hohem Druck im Hochdruckbereich.

Eine Überfüllung der Klimaanlage führt dazu, dass der Druck auch niederdruckseitig ansteigt.....

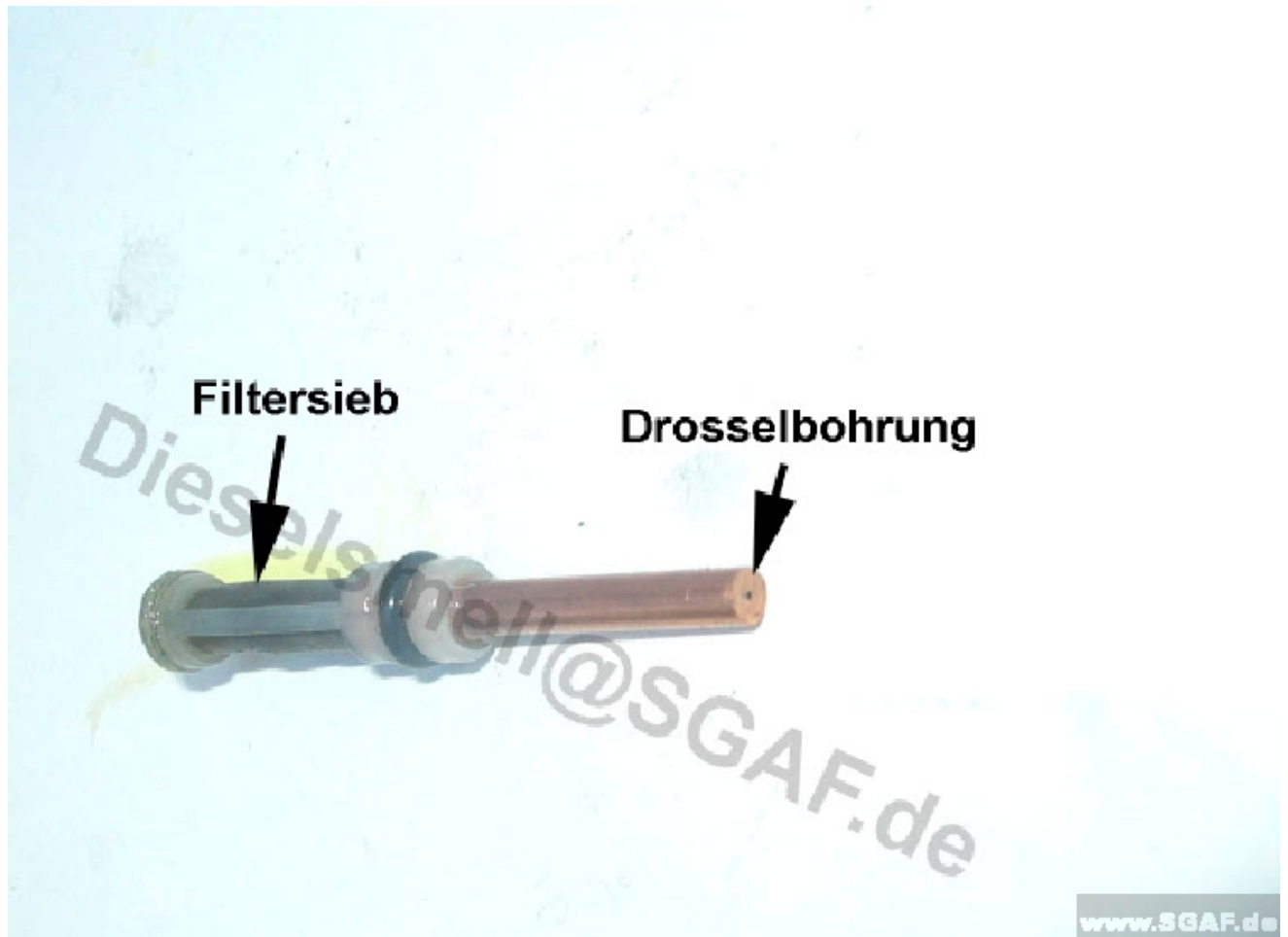


Bild 13: Die Drossel

Zwischen dem Hochdruckbereich und dem Kurbelgehäuse gibt es eine Verbindung in Form einer kleinen Drossel. Diese führt dazu, dass ständig komprimiertes Kältemittel in das Kurbelgehäuse geleitet wird und somit eine Regelung des Kolbenhubes über den Druck im Kurbelgehäuse möglich wird.

Man erkennt, dass der Einlass der Drosselbohrung durch ein Filtersieb vor Verstopfung geschützt ist. Wenn eine grosse Anzahl von Spänen dieses Sieb zusetzt, kann kein Druck mehr im Kurbelgehäuse aufgebaut werden. Der Kompressor läuft immer mit maximaler Leistung. Wenn der Kompressor in kurzen Abständen per Magnetkupplung ein- und ausgeschaltet wird, kann dies ein Hinweis darauf sein, dass das Expansionsventil bzw. der Verdampfer zufriert oder aber, dass das Sieb zugesetzt ist.

Auch im Inneren des Regelventils ist ein Sieb angebracht, dass die Klimaanlage vor Spänen aus dem Kurbelgehäuse schützen soll. Wenn dieses Sieb unwahrscheinlicherweise verstopfen sollte, würde der Kompressor immer mit minimalem Kolbenhub arbeiten.

Version 1.0 11.08.2006 Dieselsmell

Version 1.1 12.08.2006 Dieselsmell