

Time Over?



Kritische Analyse der Ursachen von Motorschäden wassergekühlter 6-Zylinder Porschemotoren der Baureihen M.96 / M.97

- **Vorschläge zur Vorgehensweise bei der Reparatur.**
- **Die optimierte Cartronic-Zwischenwellenlagerung.**
 - **Die Cartronic M96/7 Motor Racing-Kits für den Rennsporteinatz**
 - **Liste der verfügbaren Motor-Spezialteile**
- **Ein Erfahrungsbericht-**

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Einleitung	6
Eine Übersicht über die aktuelle Situation	7
- Motorschaden - Was nun?	7
- Das Unheil nimmt seinen Lauf	9
- Gute Nachrichten	10
- Nikasil®, Lokasil®, Alusil® und NiSiC	11
- Kolbenringe und Kolbenbeschichtung	12
Die Ursachenforschung und deren Ergebnisse	12
- Reibungspunkte	12
- Mehr als nur eine Ursache	14
- Was unterscheidet die jüngeren Motoren von denen der ersten Serie?	15
- Problemlösung ab Werk?	15
- Neuartige Zylinder - Die Lokasil® Liner - Eine tolle Erfindung!	16
- Die Nachteile des Baukastenprinzips	19
- Zu hohe Kräfte	22
- Man machte Fehler und viele machen die heute noch!	23
- Analyse technischer Probleme und Schwächen - Kolbensmierung	23
- Informationen und Wissenswertes zum grundsätzlichen Motoraufbau	24
- Der typische Kolbenfresser	27
- Eine weitere mögliche Ursache - Die Wasserkühlung	28
- Das Verhalten von heißen Flüssigkeiten	38
- Die Geschichte rund um den Siedepunkt	40
- Offenes oder geschlossenes Zylinderdach - Open-Deck oder Closed-Deck?	41
- Aufsummierte Probleme	45
- Die unterschätzte Tragweite der falsch angezeigten Wassertemperatur	45
- Frühe Schäden kann man verhindern	46
- Gefahren und Nutzen des Internets - Ebay, Facebook und die Porsche-Foren	47
- Wertsteigerung nach Motorschaden? - Der Sinn dieser Veröffentlichung	47
- Die traurige Geschichte um das Märchen mit den Stahlzylindern	48
- Mehr Spritzöldüsen - weniger Öldruck?	50
- Die lange Liste der konstruktiven Probleme - und die Lösung von Cartronic	51
- Technische Veränderungen der Cayman S 3,4 ltr., 3,6 ltr. und 3,8 ltr. Motoren im Vergleich zu den alten 3,4 ltr. 996 Motoren	53
- Zukunftsprojekte - Neue Kurbelwellen, Lagerschalen und Kettenschienen	54
- Das Thema Zwischenwelle	58
- Erfolgreiche Entwicklungsprojekte	68
- Die heutigen Möglichkeiten sind teilweise einzigartig - Das Re-Rounding.	68
- Was kann man tun? - Was sollte man tun?	70
- Kaltstart-Qualmen	74
- Motorsport – Ja oder nein?	75
- Abschließende Betrachtungen	80
- Anlage 1 - Preisliste Motor-Upgrade-Produkte	82

Zusammenfassung

Seit einigen Jahren verzeichnet man bei bestimmten Motoren der wassergekühlten 6 Zylinder Generationen vermehrt Motorschäden auf Grund von Kolbenfressern in bestimmten Bereichen der Zylinderlaufflächen der Zylinderbank 2 (Zyl. 4-6). Einige Porschefahrer wurden mit plötzlich auftretenden Motorschäden aufgrund von „Ölmangel“ während motorsportlicher Aktivitäten konfrontiert. Andere berichten von Problemen mit den Zylinderköpfen oder von Ölverlust aufgrund eines undichten Kurbelwellendichtrings. Lange Zeit war nicht eindeutig klar, welche Ursachen diesen Schäden zugrunde lagen.

Die auf die Reparatur und Restauration von Fahrzeugen der Marke Porsche spezialisierte Ingenieurgesellschaft, Cartronic Motorsport GmbH besteht seit über 30 Jahren und beschäftigt sich seit über zehn Jahren mit der Reparatur der Porschemotoren der Typen M.96 und M.97. In den letzten fünf Jahren hat sich Cartronic intensiv mit der Erforschung der Ursachen der Schäden befasst und dabei ganz neue Vorgehensweisen der Schadensbehebung theoretisiert, getestet und auch angewandt. Da die Porschezentren keine individuelle Reparatur dieser Motoren anbieten, sind viele betroffenen Kunden, aufgrund eingeschränkter oder nicht vorhandener finanzieller Möglichkeiten, auf unabhängige Fachfirmen angewiesen.

Es gibt inzwischen einige Firmen, die Angebote für Motorreparaturen von defekten Wasserboxermotoren abgeben. Teilweise sogar zu unglaublich günstigen (scheinbaren) Festpreisen, die eine fachgerechte Reparatur definitiv nicht möglich machen.

In der letzten Zeit stellen wir im Rahmen von Reparaturanfragen fest, dass viele Kunden über die recht unterschiedlichen Aussagen verschiedener Firmen, die Motoren überholen, verwirrt sind. Jeder stellt seine Methode als "die Beste" hin und vertritt natürlich tapfer seine Einstellung.

Speziell auf der Verkaufsplattform EBAY werden interessierte Porschefahrer so mit einer großen Menge ausgemachten Blödsinns konfrontiert. Die betroffenen meist ahnungslosen Porschebesitzer fallen nachweislich und oft auf diese unseriösen Angebote herein und vergeben leichtsinnig und aus Unwissenheit Aufträge, die im Nachhinein sehr teuer werden.

Wir verbringen eine Menge Zeit damit, den „hilfesuchenden“ Kunden zu erklären, dass es z.B. keine gute Idee ist, gefressene Zylinder mit Zylindereinsätze aus "Stahl" reparieren zu lassen. Andere sind davon überzeugt worden, dass man die Zylinder ausbohren und mit Kolben in Übergröße versehen sollte. Natürlich raten wir vor einem Aufbohren der ohnehin zu „schwachen“ Zylinder ab. Leider wurden in den letzten Jahren viele defekte Motoren mit einer diese beiden Methoden wieder gangbar gemacht. Leider nur nicht für lange Zeit, bzw. nachhaltig.

Meist fehlt es den „Fachfirmen“, die solche Aussagen treffen, am notwendigen Hintergrundwissen und an der Kreativität. So hat kaum einer den Mut, an eigenen Motoren Versuche durchzuführen, da dafür erhebliche Gelder zur Verfügung gestellt werden müssen. Anderen unseriösen und meist selbsternannten Fachleuten geht es nur darum, schnell eine Rechnung für eine unfachmännische und billige „Reparatur“ zu schreiben. Die Hoffnung, dass die so reparierten Motoren die nächsten 12 Monate überleben, ist bei diesen Firmen natürlich groß.

Da es seitens der Porsche AG keinerlei Hinweise und Arbeitsanweisungen für eine fachgerechte Reparatur der defekten M.96 und M.97 Motoren gibt, haben wir uns entschlossen, unser Wissen rund um die Ursachen und die Behebung der Motorschäden mit allen unseren Geschäftsfreunden und Kunden zu teilen. Wir denken, dass jeder betroffene Porschefahrer das Recht auf eine fachgerechte Reparatur seines defekten Motors hat. Auch sind wir der Ansicht, dass man im Rahmen einer Reparatur an den Motoren nicht nur den Schaden an sich beheben, sondern auch technische Verbesserungen einfließen lassen sollte.

Um Ihnen unsere Gedankengänge im Rahmen der Erforschung der Motorschäden, deren Behebung bei gleichzeitiger Optimierung näher zu bringen, haben wir uns entschlossen, unsere gemachten Erfahrungen mit der breiten Öffentlichkeit zu teilen.

Ab dem heutigen Tag muss also kein Motor mehr unfachmännisch repariert werden. Kein Kunde muss sein Geld mehr für „Pfusch“ ausgeben. Und vor allem muss kein Kunde mehr als getretener Verlierer aus diesen Situationen herausgehen.

Wir freuen uns, unser Wissen mit diesem gewagten Schritt mit allen unseren Kunden, Freunden des Hauses und auch unseren Mitbewerbern zu teilen. Wir hoffen, dass wir mit dieser gezeigten Transparenz und Ehrlichkeit etwas dafür getan haben, dass sich das Misstrauen der Kunden in "die Branche" wieder auflöst.

Bis zum heutigen Tag hat keiner unserer Mitbewerber in Deutschland auch nur ähnliche Ergebnisse veröffentlicht. Viele Spezialisten sehen als Ursache für die Probleme einzig die verminderte Standfestigkeit der verwendeten Lokasil®-Zylinder. Alle, die diese Einstellung vertreten, liegen damit falsch. Es gibt nicht eine einzige Ursache für die Motorprobleme, sondern die Verknüpfung verschiedener „kleinerer“ Ursachen macht die Gesamtproblematik aus. Tatsache ist sogar, dass die Lokasil®-Zylinder sehr gut funktionieren und eine technisch geniale Idee darstellen.

Allerdings haben diese Zylinder nicht nur Vorteile, sondern zeigen in der Tat auch kleinere Nachteile, wenn man sie falsch auslegt.

Auf den folgenden Seiten klären wir im Detail über die verschiedenen Ursachen der Motorschäden auf und beschreiben wie man die Probleme unserer Ansicht nach und im Rahmen einer speziellen Art der Motorreparatur nachhaltig lösen kann. Es ist nicht unsere Absicht, Kritik an der Firma Porsche, deren Zulieferern, an den verwendeten Materialien oder angewandten Prozessen zu üben. In der Tat versuchen wir uns nur in eine ausgewogene und objektive Darstellung der Dinge und in der Präsentation von Lösungen.

Einleitung

Bei der Analyse der meisten Motorschäden der Wasserboxer-Motoren findet man neben gerissenen und oval gewordenen Zylindern immer auch eine Riefenbildung in den Laufflächen. Die Motoren erlitten fast alle einen Kolbenfresser.

Der einzige Faktor, der diese Schäden verursachen kann, ist, dass der Druck zwischen dem Kolben und Zylinder vom Ölfilm nicht mehr getragen werden kann und der Kolben in der Folge dann die Lauffläche beschädigt. Der Reibwert zwischen dem Kolben und der Zylinderbohrung steigt dabei so stark an, dass es zu einer Riefenbildung kommt. Um zu verstehen, warum dies bei den M.96 und M.97 Motoren so ist, ist es wichtig, ein....

Eine Übersicht über die aktuelle Situation

Motorschaden - Was nun?

Ist der nicht seltene Fall eines Motorschadens eingetreten, weiß man in der Regel nicht, wie man sich verhalten soll. Im Internet und speziell bei Ebay wimmelt es, neben einigen wenigen seriösen, nur so von unseriösen Angeboten von gewerblich tätigen Anbietern, welche mit sehr attraktiven Lockangeboten auf sich aufmerksam machen und dem potentiellen Kunden an dieser Stelle besonders günstig erscheinende Komplettpreise anbieten. Geht man darauf ein, wird es am Ende

fast immer teurer als erwartet oder man erhält einen Motor zurück, der mit Gebrauchtteilen repariert wurde. Dies sind keine Vermutungen, sondern Realität.

Jeder versucht *seine* technische Lösung als besonders vorteilhaft in den Vordergrund zu stellen. Leider haben in diesem Gewerbe rund um die Marke Porsche im Laufe der letzten Jahre moralisch nicht einwandfreie Verhaltensmuster einiger Personen und Firmen dazu geführt, dass die gesamte kleine und überschaubare Branche in Verruf geraten ist. Viele Privatkunden sind schlichtweg betrogen worden und andere sind völlig verunsichert.

Mit etwas Sachverstand und Hintergrundwissen kann man aber sehr schnell diese schwarzen Schafe entlarven, da es allen an dem essentiell notwendigen Hintergrundwissen rund um die Motorentechnik fehlt. So gibt es in Deutschland tatsächlich heute noch auf Porsche spezialisierte Firmen, die ganz fest daran glauben, dass man die beschädigten, meist gerissenen oder verrieften Zylinder von wassergekühlten Motoren mit Zylinder-Einsätzen aus Stahl nachhaltig reparieren kann. Diese selbsternannten Fachleute haben damit den Gipfel der Unwissenheit bestiegen. Man spricht von Formel-1-Technologien im Porschemotor und merkt dabei gar nicht, dass man sich auf einem beschämenden technischen Niveau befindet. Für den Laien hören sich diese „besonders wichtig klingenden“ Aussagen sehr logisch an und machen ganz bestimmt Eindruck. Echte Fachleute können darüber aber nur lachen und distanzieren sich sehr weit von solchen Firmen.

Auf der Ebay-Plattform findet man Hunderte von Angeboten gebrauchter Motoren, die von Privatleuten und auch von Gewerbetreibenden angeboten werden. Alles natürlich ohne jegliche Funktionsgarantie. Wir können nur davon abraten, außer Sie möchten das Fahrzeug nur wieder zum Laufen zu bringen um es dann sofort danach an einen anderen Gutgläubigen weiter zu verkaufen.

Unsichere Zeitgenossen haben natürlich noch die Möglichkeit, sich auf den Weg zum nächsten Porschezentrum zu machen um sich dort dann ein „Rundumsorglos-Paket“ schnüren zu lassen. Jedoch sollte man in diesem Falle finanziell unabhängig sein und Kostenvoranschläge mit Endsummen bis zu 50.000 Euro (beim 964 oder 993) und bis zu knapp 30.000 Euro (bei den Wasserboxern) verkraften können, ohne gleich ärztlichen Beistand anzufordern. Austauschmotoren ab Werk sind halt sehr teuer und sprengen in der Regel das Budget jeden Porschefahrers.

Man erweist sich mit dem Erwerb im Grunde genommen auch keinen Gefallen, da die im Austausch angebotenen M.96 und M.97 Motoren leider nicht mit einer grundlegend verbesserten Technik im Vergleich zu dem in Zahlung gegebenen defekten Motor versehen wurden. Nur wenige, leicht zu behebbende technische Unzulänglichkeiten im Bereich der Zwischenwelle und der Zylinderköpfe wurde seitens des Herstellers im Laufe der letzten Jahre nachhaltig gelöst. Die Probleme, dass die Zylinder reißen und Zylinderlaufbahnen auf Grund der auftretenden Verformung irgendwann „fressen“, kauft man mit dem Austauschmotor ab Werk gleich wieder mit. Geht es dann auch noch um einen leistungsgesteigerten 3,8 ltr. X51 Motor, dann muss man sogar damit rechnen, dass, je nach Belastung des Motors, der gleiche Schaden bereits nach 30-40.000 Km erneut eintritt.

Als sich die Motorschäden in den Jahren ab dem Jahr 2000 häuften, waren alle Branchenkenner sehr überrascht, da man das von luftgekühlten Motoren der früheren Generationen nicht kannte. Diese sind sogar so standfest, dass Laufleistungen von 500.000 Km bei 964 oder 993 Motoren keine Seltenheit darstellen.

Bereits vor über 12 Jahren haben wir damit begonnen, die Ursachen der sich häufenden Motorschäden bei den Porsche 996 und 986 ernsthaft zu analysieren. Es stellte sich schnell heraus, dass es sich, wie fast immer bei Problemen dieser Art, um konstruktiv- und materialbedingte Probleme handelt. Negative Auswirkungen der Berechnungen im Bereich der Wasserkühlung, unserer Meinung nach falsch ausgelegte Zylinderkopfdichtungen und Zylinderköpfe, sowie konstruktiv nicht optimal platzierte Spritzölbohrungen und eine recht fragile Zwischenwellenlagerung, nicht geeignete Kurbelwellen-Dichtringe waren und sind teilweise heute noch die Ursachen für Motorschäden.

Das größte Problem, unter dem die Motoren leiden, ist die Tatsache, dass sich die Zylinder einiger Motoren im Laufe der Zeit messbar und dauerhaft verformen und sogar reißen. Bei den 2,5 ltr. und 2,7 ltr. Boxstermotoren konnte man dieses Phänomen noch nicht beobachten. Andere Motoren, wie die vom leistungsgesteigerten 3,8 ltr. (X51 Motor) litten verstärkt daran. Dafür gibt es zwei generelle Ursachen. Die eine ist darin begründet, dass aus konstruktiv ähnlichen Gussrohlingen der Motorgehäuse Motoren mit unterschiedlichen Hubräumen hergestellt werden. Da sich in vielen Fällen die Bohrung vergrößerte ohne die Gussrohlinge der Gehäuse zu verändern, ging das natürlich zu Lasten der Zylinderwandstärken. Der innere „verstärkte“ Lokasil®-Liner wurde so bei einigen Motoren dünner und auch die äußeren Wandungen aus Aluminium wurden teilweise schwächer. Die Verbrennungsdrücke stiegen in Folge der ständig steigenden Motorleistung jedoch weiter an. Durch den hohen Druck, welcher auf die Kolben wirkt, erhöht sich auch der Druck auf einen bestimmten Bereich der Zylinderwandung und damit dann auch die Reibung und in Folge dann die Temperatur der Bauteile und des Motoröls.

Der zyklisch hohe Druck bei jedem einzelnen Verbrennungsvorgang führt bei den M.96 und M.97 Wasserboxermotoren zu einer immer wiederkehrenden Verformung der konstruktiv viel zu dünnen Zylinder. Die verändern sich dann langsam aber stetig und nehmen eine andere Form an. Ein runder Kolben in einem irgendwann ovalen Zylinder ist nicht das, was sich ein Motorenkonstrukteur wünscht. Das schwache Material gibt sich irgendwann, abhängig von der Laufleistung und Belastung des Motors, dem hohen Druck geschlagen. Die Zylinderwandung ermüdet, kriecht, reißt, frisst und der Motor erleidet im schlimmsten Fall einen nicht reparablen Totalschaden.

Über diese initialen und beschriebenen Ovalitäten kommt es dann zu Kolbenkippern, Zylinderrissen und Kolbenfressern. Bei Zylindern mit einer genügend starken Wandstärke kann es nicht zu diesen Problemen kommen. Deshalb beobachtet man bei den schwachen 2,5er und 2,7er Boxstermotoren auch nicht diese Art der Motorschäden. Diese „kleinen“ Motoren laufen teilweise auch noch nach 300.000 Km Laufleistung problemlos.

Und genau deshalb ist es auch nicht gerade verwunderlich, wenn ein leistungsgesteigerter 3,8er X51 Motor bereits nach 30.000 Km Laufleistung die ersten beängstigend klingenden Geräusche macht.

Nach eingehenden Untersuchungen und Analysen sind uns die Ursachen, warum diese Motoren nach relativ kurzer Zeit einfach einen Motorschaden erleiden, bekannt. Wir wissen also, warum die Zylinder oval werden. Mit der hier vorliegenden Veröffentlichung unserer Analyseergebnisse ist der Rest der Welt nun auch darüber informiert.

Interessant ist, dass die Ursachen der Motorprobleme bis zum heutigen Tage noch nirgends in diesem gesamten Umfang kommuniziert wurden. Viele Motorspezialisten mit gutem Ruf gehen, wie bereits erwähnt, bis zum heutigen Tage davon aus, dass sich die Laufflächenprobleme in den Materialeigenschaften der Lokasil®-Zylinder begründen. Dies ist eine falsche Annahme, die auf reinen Vermutungen basiert und zeigt, dass sich diese Personen nie wirklich mit den wahren Problemen beschäftigt haben. Ein Bericht in dem Magazin „Porsche-Fahrer“ Ausgabe 04/2013 verdeutlicht dies sehr gut. Dort analysiert man Schäden an den Zylinderlaufflächen mit Rasterelektronenmikroskopen und vergisst dabei völlig, dass man sich dabei um die Folgen, aber nicht um die Ursachen der Probleme kümmert. Diese wurden nicht mit einem Satz erörtert.

Im Rahmen der nachhaltigen Problembeseitigung haben wir verschiedene Technologien und Materialien in aufwändigen und kostspieligen Versuchen getestet. Wir haben bewiesen, eine nachhaltige Lösung für eine perfekte Motorüberholung der M.96 und M.97 Motoren gefunden zu haben.

Das bedeutet, dass wir in der Lage sind, Motoren aufzubauen, die eine deutlich längere Lebensdauer als ein Werksmotor haben. Reparierte Motoren aus unserem Hause werden wahrscheinlich nie mehr einen dieser speziellen und inzwischen überall kommunizierten frühzeitig auftretenden Schäden erleiden.

Diese Schäden an den Motoren sind vermeidbar, indem man die maximale Belastungsgrenze der Basis-Motorkonstruktion nicht überschreitet. Wie bereits erwähnt, haben wir uns sehr intensiv mit den Vor-, und Nachteilen des Motorenkonzepts beschäftigt und sind uns dieser seit einigen Jahren vollends bewusst.

Cartronic Motorsport hat sich einen Bestand von rund 40 Motoren der Baureihen 356/911/964/993/986/996/987/997 - vom Klassiker bis zum letzten Modell aufgebaut. Viele Motoren sind bereits generalüberholt und stellen die Basis für unser Austausch-Geschäft dar.

Meist jedoch reparieren wir die Motoren, die uns von den Kunden angeliefert werden. Damit verfügt das Fahrzeug auch danach noch über „Matching-Numbers“. Unseren Kunden bieten wir im Falle eines Motorschadens immer die Wahl zwischen folgenden Möglichkeiten:

- ein generalüberholter Austauschmotor
- ein generalüberholter Rumpfmotors mit eigenen Anbauteilen
- eine Reparatur des eigenen Motors oder Getriebes

Was letztendlich sinnvoll ist, entscheiden der Geldbeutel und die Vernunft.

Das Unheil nimmt seinen Lauf

Es beginnt fast immer mit einem klopfenden Geräusch auf der Zylinderbank 2 (Zyl. 4-6). Das, was man dann hört ist das Geräusch eines kippenden und dabei leicht an den Zylinderkopf anschlagenden Kolbens. Beim 996 kommt das Geräusch von der rechten Motorseite. Beim Boxster und Cayman kommt es von der linken Seite, weil der Motor um 180° gedreht eingebaut ist.

Wie bereits erwähnt, stiegen mit dem Hubraum (Bohrung), auch die Motorleistungen und damit die Verbrennungsdrücke. Hohe Verbrennungsdrücke, ungünstig angelegte Spritzölkühlkanäle, inhomogene Kühlwassertemperaturen, eine für die Zylinder nachteilige Wasserverteilung sowie deutlich zu geringe Zylinderwandstärken führen so speziell bei den 3,8ltr. X51-Motoren zu einer deutlich geringeren Haltbarkeit im Vergleich zu den Motoren mit Hubräumen von 2,5 - 3,2 ltr. Warum ist das so?

Gute Nachrichten

Um wirklich einen Motorschaden nachhaltig zu reparieren, reicht es nicht aus, nur die Probleme erkannt zu haben. Man muss auch in der Lage sein, Materialien einzubauen, welche langlebiger sind als die, welche ehemals eingebaut waren. Für alle konstruktiven Probleme der Porschemotoren gibt es, wie von uns nachgewiesen, eine Lösung.

Die großen Fahrzeughersteller sind leider nicht flexibel genug um entsprechende Problemlösungen kurz nach deren Bekanntwerden anzubieten. Zu dem Zeitpunkt, in der die Probleme erstmalig auftauchen, sind die Entwicklungsabteilungen längst mit anderen, zukünftigen Projekten beschäftigt. Die Mitarbeiter von Cartronic und deren Entwicklungspartner haben viele Jahre damit verbracht, diese Fehler zu analysieren, um entsprechende Problemlösungen zu entwickeln. Von Jahr zu Jahr hatten wir die Motorreparaturen besser im Griff, die abgelieferte Qualität der Motoren wurde immer besser. Seit Anfang des Jahres 2013 sind wir in der Lage, revidierte Motoren anzubieten, welche von uns im Detail so verbessert wurden, dass man heute mit Fug und Recht behaupten kann, dass diese Motoren in verschiedenen Details in einem höherem technisch konstruktiven Stand sind, als die Werksmotoren es zum Zeitpunkt der Produktion der jeweiligen Motorengeneration jemals waren. So konnten wir das Problem mit den zwangsläufig auftretenden.....

Nikasil® Lokasil® Alusil® und NiSiC

Obwohl sich Nikasil® gut bewährt hatte, schwenkte man irgendwann aus Konstruktions- und Kostengründen auf Lokasil® um. Dabei handelt es sich um keine Beschichtung. Beim Lokasil®-Verfahren wird eine Art poröse Buchse aus Silizium (Preform genannt) vor dem Gießen des Gehäuses da platziert wo nachher die Zylinder sein sollen. Das Aluminium wird mit Hochdruck im Gussverfahren dann in diesen Korpus, den man mit einem Schwamm vergleichen könnte, infiltriert. Das Preform-Gerüst selbst ist als Rohkörper sehr bruchgefährdet und erhält die Stabilität erst durch das Aluminium welches sich ähnlich wie Wasser in alle Hohlräume des Schwammes verteilt. Der Hersteller war damit in der Lage, Motorgehäuse.....

Kolbenringe und Kolbenbeschichtung

Inzwischen lassen wir uns sehr hochwertige Kolbenringe für unsere überholten Motoren herstellen. Diese werden speziell für uns durch die weltweit bekannte Firma Federal Mogul (Goetze) hergestellt, sind von der Konstruktion sehr genau an diese Anforderungen abgestimmt und den OEM Ringen sehr ähnlich. Diese Kolbenringsätze sind auch in den Originalmotoren mit Lokasilzylindern verbaubar. Unsere Ölabstreifringe sind.....

Die Ursachenforschung und deren Ergebnisse

Reibungspunkte

Kolbenfresser sind fast immer eine Folge von zu hohen Reibwerten zwischen den Kolben und den Zylinderlaufflächen. Zu hohe Temperaturen und zu hoher Druck auf bestimmte Bereiche der Lauffläche spielen dabei eine große Rolle.

Die Bestimmung eines einigermaßen genauen Reibungskoeffizienten zwischen zwei Materialien ist nur experimentell möglich.

Reibwerte verhalten sich sehr sensibel gegenüber der Kontamination der Ansaugluft mit atmosphärischem Staub und auch Feuchtigkeit, vorhandenen Oxidschichten, Oberflächengüte der Materialien, Kolbengeschwindigkeit, Temperatur, sowie Schwingungen. In vielen Fällen ist der Grad der Kontamination vielleicht die mit Abstand wichtigste Variable. Ein Luftfilter in der Ansauganlage macht also eine Menge Sinn.

Wir sind sicher, dass die Ursachen für die Probleme bei den M.96 und M.97 Motoren im Verbrennungsdruck, in den Temperaturen und im....



Bild 1: Zylinderlaufbahn mit typischen Fressspuren

Mehr als nur eine Ursache.

Es gibt mehrere kleinere, einzeln betrachtet unkritische, Ursachen, die sich aber in Kombination zu einem gefährlichen Cocktail entwickeln können. Es kommt dann zu Problemen, die man bei den Motoren der ersten Generation mit 2,5 oder 2,7 ltr. Hubraum nie beobachten konnte.

Es sieht so aus, als wenn die Motoren in den kleineren Modellen vom Hersteller als zuverlässig genug angesehen wurden, und man davon ausging, dass weder eine kleine noch eine größere Erhöhung der Leistung noch eine leichte Änderung des Kühlmittelflusses einen negativen Einfluss auf die Haltbarkeit haben würde. Die Porsche AG ist nicht der erste Hersteller, der erfahren musste, dass dies nicht so ist.

Diese optimistische Annahme führte dann bei späteren Motorvarianten zu der Entstehung der bis dahin unbekanntenen Probleme der.....

Was unterscheidet die jüngeren Motoren von denen der ersten Serie?

Wir wollten herausfinden warum sich bei einigen Motoren Probleme einstellten und bei anderen nicht. Ein sinnvoller erster Schritt war es, die spezifischen Unterschiede zwischen den mit Problemen behafteten Triebwerken und den älteren Motoren durch einen Vergleich der technischen Daten zu lokalisieren. Die gefundenen Unterschiede zwischen den drei betroffenen Problemotoren und den älteren Modellen, die soweit problemlos waren, mussten dann von ihrer Relevanz eingeordnet werden, da sicher nicht alle Änderungen auch gleich zu Problemen führen können. Viele Leser befürchten nun sicherlich, dass die Motoren von Grund auf schlecht sind. So schlimm ist.....

Problemlösung ab Werk?

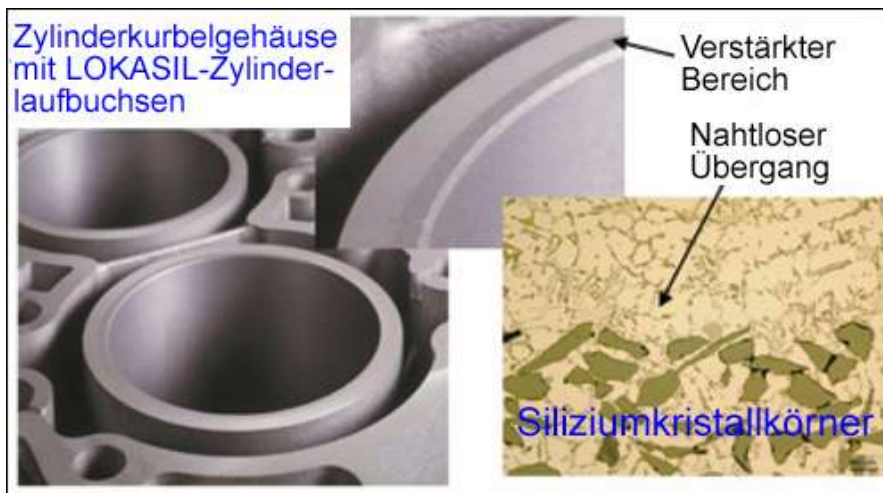
Wir finden, dass es nicht zusteht zu bewerten, was der Hersteller als die richtige Balance im Umgang mit seinen Kunden im Rahmen von Motorschäden ansieht. Auch möchten wir nicht darüber

spekulieren, wie man über die immensen Kosten denkt, die durch die recht hohe Ausfallrate verursacht werden. In den letzten Jahren wurde auf jeden Fall wenig in die Tat umgesetzt, die Schwächen der Motoren zu korrigieren. Den uns bekannten und betroffenen Kunden wurden keine.....

Neuartige Zylinder - Die Lokasil® Liner - Eine tolle Erfindung!

Etwas völlig neues war damals der konstruktive Aufbau der Zylinder in den neuen Wasserboxermotoren (nicht GT3, GT2 und Turbo). Die Zylinder verfügten weder über elektrolytische Plattierungen (Nikasil®) noch über ein verschleißresistentes, in die Legierung eingegossenes keramisches Material (Silizium). Erstmals kamen sehr spezielle und von der Firma Kolbenschmidt AG in Kooperation mit der Porsche AG entwickelte Lokasil®-Zylinder zum Einsatz.

Lokasil®-Zylinder bestehen aus einem offenporigen Gerüst mit 25% Silizium, welches als Preform-Teil hergestellt wird und dann beim Gießen der Motorgehäusehälften mit „eingegossen“ wird. Die Firma.....



Darstellung 1: Zeigt den Lokasil®-Bereich im Detail (Bildrechte bei Kolbenschmidt AT GmbH)

Die Nachteile des Baukastenprinzips

Alle M.96 und M.97 Motoren basieren auf der gleichen Basisentwicklung. Im ursprünglichen Boxster wurden die ersten 2,5 ltr. und 2,7 ltr. Motoren eingebaut.

Die 2,5 und 2,7 ltr. Motoren haben dieselben Bohrungsmaße von 85,5 mm. Der 2,7er verfügt daher über einen veränderten Hub. Die Zylinder dieser Motoren sind sehr stabil und weisen auch nach hohen Laufleistungen so gut wie keine Ovalität auf. Der 3,2 ltr. Boxster S hat größere Kolben und eine Bohrung von 93mm. Da die Bohrung im Vergleich zu den 2,5 und 2,7 ltr. Motoren deutlich größer wurde, musste man bei diesem Motor auch den äußeren Durchmesser der Zylinder vergrößern. Die Gesamtdicke der Zylinderwandung stieg im Vergleich, sogar um 10% auf 8,75 mm an. Aber die Leistung erhöhte sich ja auch deutlich. Diese Maßnahme war daher sehr sinnvoll.

Die später folgenden 3,4 und 3,6 ltr. Motoren vom 996 hatten eine 3 mm größere Bohrung im Vergleich zu den 3,2er Motoren. Leider passte man aber den äußeren Durchmesser der Zylinder nicht den neuen Bohrungsmaßen von nun 96 mm an. Wandstärken von 9-9,25 mm wären sicherlich das richtige Maß gewesen.

Die Zylinderwandstärke wurde aber sogar dünner und beträgt.....

Zu hohe Kräfte

Bei früheren Motorkonzepten war es so, dass man die Motoren mit steigender Drehzahl mehr und mehr belastete. Dies ist ein relativ unkritisches Verhalten und schadet den Motoren weniger. Die modernen Motorkonzepte erlauben es allerdings, bereits bei recht niedrigen Drehzahlen eine hohe Motorleistung zu erzielen. Porsche erreichte das durch mehr Hubraum und variable Ventilsteuerung. Das bedeutet dann, dass vorsichtige Fahrer, die früh schalten, dem Motor mehr schaden als Fahrer, die die Gänge ausdrehen. Und dies bedeutet auch, dass Motoren von Tiptronic Fahrzeugen immer mehr belastet wurden als Motoren in Fahrzeugen mit manuellen 5- oder 6-Gang Getrieben. Tiptronic-Fahrzeuge laufen die meiste Zeit eher untertourig.

Und genau aus diesem Grund finden wir eine größere Anzahl „vorsichtiger“ Fahrer, die diese Motorschäden bei ihren Fahrzeugen erleben. Es ist eine Tatsache, dass die Schmierungsabrisse zwischen dem Kolbenhemd und.....

Man machte Fehler und viele machen die heute noch

Verschiedene geringfügige Änderungen an den Motoren führten in der Summe zu den Problemen mit denen wir es heute zu tun haben. Sobald irgendein Fehler auftrat, stürzte man sich darauf, diesen mit günstigen Mitteln zu beheben; meist ohne die wahren Ursachen akribisch genau und mit Ruhe zu erforschen. Meist waren und sind dies nur kurzfristig haltbare Lösungen.

So ist es z.B. unmöglich, mit mehr oder wenig passend gemachten Stahl- Linern, welche die Branche weitestgehend und wegen sehr triftigen technischen Gründen bereits vor langer Zeit verworfen hatte, einen defekten Porschemotor nachhaltig zu reparieren.

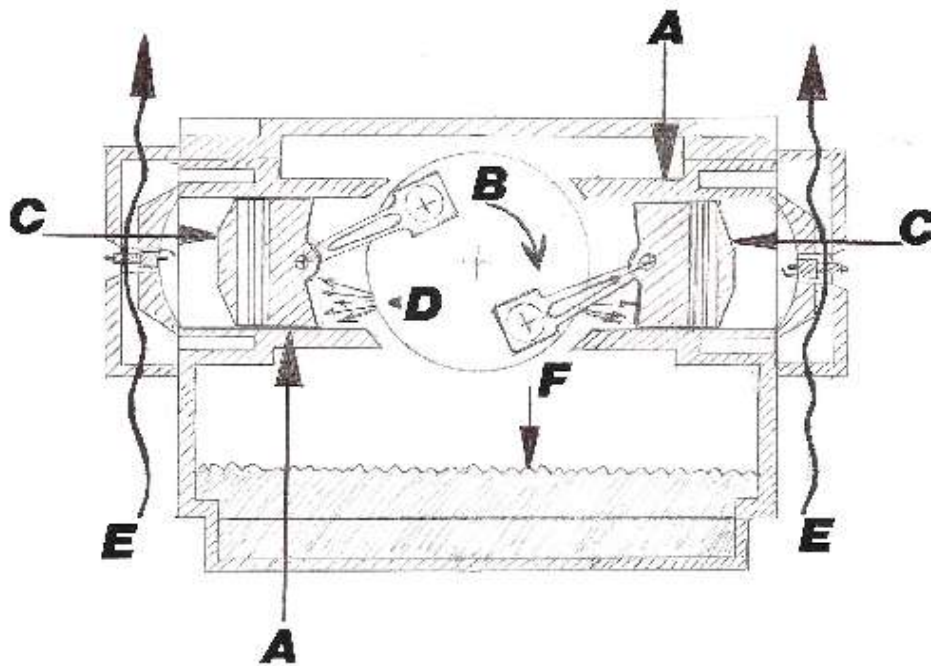
Alleine die unterschiedliche Ausdehnung zwischen der Stahlbüchse und dem alulegierten Motorblock, in dem man die Stahlbüchse einschrumpfen muss, wird mit Sicherheit zu erheblichen zukünftigen Problemen.....

Analyse technischer Probleme und Schwächen - Die Kolbensmierung

Wenn es zu einem Fresser zwischen einem Kolben und Zylinder kommt, liegt die Ursache immer darin begründet, dass die lokalen Temperaturen und der Druck an diesen Stellen zu hoch sind. Die Viskosität des Öls fällt dann auch ab. Das Öl ist nicht mehr in der Lage eine Reibungsbarriere zwischen den beiden Metallteilen (Kolben und Zylinderlauffläche) aufrecht zu erhalten. Der hohe Druck an der Kolbenflanke (Hemd) drückt das.....

Informationen und Wissenswertes zum grundsätzlichen Motoraufbau

Entschuldigen Sie die vereinfachte Darstellung eines Schnittes durch einen Motor. Diese ist aber ausreichend, um die wichtigsten Sachverhalte zu erklären. In dem mit „A“ markierten Zylinderbereich, herrscht der höchste Druck auf die Laufbahn des Zylinders. Sie können erkennen, dass, um die Kurbelwelle „B“ im Uhrzeigersinn rotieren zu lassen, der Druck der Verbrennung den Kolben „C“ nach unten, genau auf diese Bereiche, drückt. Die Stellen, die mit den höchsten Drücken im Motor beaufschlagt werden, liegen im Bereich der Bank 2 an der Oberseite des Zylinder. Bei der Bank 1 sind es die unteren Bereiche der Zylinderlaufflächen.



Bank 1

Bank 2

Darstellung 2: Querschnitt Motor. (A) zeigt auf die druckbelasteten Seiten der Zylinder, (F) zeigt die Höhe des Öl-Levels, (D) die Position der Ölspritzdüse für Bank 1, (E) verdeutlicht den Kühlwasserverlauf (von unten nach oben)

Die Schlangenlinie „E“ in der Skizze verdeutlicht, dass.....

Der typische Kolbenfresser

Ein typisches „Festfressen“ tritt in der Regel dann auf, wenn der Kolben zu heiß und damit zu groß wird, um gleichmäßig und mit genügend Spiel auf die Bohrungen einzuwirken. Das Öl wird dann so heiß, dass es zu keiner ausreichenden Schmierung mehr zwischen dem Kolben und der Bohrung kommt. Die Reibung erhöht sich immer mehr und senkt die Viskosität noch weiter. Irgendwann ist dann das weiche Aluminium der Kolben so heiß, dass es an.....

Eine weitere mögliche Ursache - Die Wasserkühlung

Kühlung, bzw. eine Wärmeübertragung erfolgt, wenn die Temperatur zwei sich berührender Medien unterschiedlich ist. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen ihnen ist, desto größer ist die Wärmeentfernung aus dem wärmeren Teil und desto höher ist die Kühlung. Die beste Kühlmethode, die für ausgeglichene Temperaturen sorgt, ist die der Gegenstromkühlung. Dabei leitet man das kühle Medium (Kühlwasser) in den heißesten Bereich des Motors ein. Das Kühlmittel nimmt dort die Wärme schnell an und die Temperatur steigt (Verringerung ihres Kühlpotentials). Irgendwann kommt es dann allmählich mit den weniger heißen Umgebungen in Berührung. Solch ein Motor hätte im gewissen Sinne das richtige "Gegenstrom-Design", weil das kalte Kühlmittel.....



Bild 16: Bild der "alten", besseren und noch asymmetrisch aufgebauten Kopfdichtung

Das Verhalten von heißen Flüssigkeiten

Lokales Kühlmittelsieden ist ein bekanntes Problem, das bereits vor vielen Jahren beim Tuning von Standard-Straßenmotoren für den Rennsport entdeckt wurde, weil Kühlmittel (wie Wasser) zu kochen beginnt, wenn die Oberflächentemperatur höher als 100 Grad C (in der Luft) beträgt.

Hat man nun besonders heiße Bereiche in einem Motor und daneben z.B. recht kühle Sektionen, dann kann es in den heißen Bereichen bereits zu einer Dampfblasenbildung kommen. Dampfblasen hindern das Kühlwasser daran in Kontakt mit dem zu kühlenden Material zu kommen. Es kommt zu einer Barriere und es entstehen gefährliche.....



Bild 18: Das neue Niedrigtemperatur-Thermostat tut dem Motor gut

Die Geschichte rund um den Siedepunkt

Auf Meereshöhe liegt der Luftdruck um die 1 Bar. Wasser kocht bei 100°C. Mit jedem Bar mehr Druck erhöht sich die Siedetemperatur um knapp 10°C. Bei 1-1,4 Bar in einem Kühlsystem eines Automobils

liegt die Siedetemperatur also bei maximal 115°C. Bedenkt man nun noch, dass man durch den Zusatz von Kühlmittel den Siedepunkt noch einmal erhöht, ist mit einem „Kochen“ erst bei einer Temperatur von 120°C zu rechnen. In den Bergen kocht Wasser auf Grund des geringeren Luftdrucks etwas früher und in einem Dampfkochtopf, der unter Überdruck steht, etwas später. Ein geschlossenes Kühlsystem ist vergleichbar mit der Atmosphäre in einem Schnellkochtopf, und deshalb kann es zu deutlich höheren Wassertemperaturen kommen, ohne dass das Kühlwasser kocht.

Der Druck im Kühlsystem eines KFZ wird über ein Überdruck,- und Rückschlagventil im Deckel des Ausgleichsbehälters gesteuert. Bei zuviel Druck bläst dieses Doppelventil ab. Bei zu wenig Druck nach der Abkühlung saugt es wieder Außenluft an.

Sicherlich weiß jeder Autofahrer, dass man den Deckel.....

Offenes oder geschlossenes Zylinderdach - Open-Deck oder Closed-Deck?

Die M.96 und M.97 Motoren weisen noch ein weiteres für diese Motortypen konstruktiv kritisch zu betrachtendes Merkmal auf. Die oberen Enden der Zylinder(röhren) stehen offen, ohne stabile Verbindung zu anderen Bauteilen des Motorblocks, frei im Raum. Lediglich der Anpressdruck durch den montierten Zylinderkopf hält die Zylinder in Position. Motorengehäuse in der Open-Deck Version lassen sich problemlos im kostengünstigen Druckgussverfahren herstellen. Beim stabileren Closed-Deck Gehäuse ist das



Bild 19: Oberseiten eines 3,2er Boxster S und eines 3,4er Motors in Open-Deck Konstruktion

Aufsummierte Probleme

Jeder einzelne beschriebene und von uns analysierte Schwachpunkt der Motoren bedeutet für sich gesehen keinen Weltuntergang. In ihrer Gesamtheit aber führen diese Schwächen dann zum Ausfall der Motoren. erinnert man sich daran, dass die Zylinder der Bank 2 auch noch konstruktiv bedingt im Nachteil sind, muss man nicht überrascht sein, wenn sich die Probleme der Kolbenfresser genau da zuerst zeigen.

Beide Motortypen verfügen über viele.....

Die unterschätzte Tragweite der falsch angezeigten Wassertemperatur - What you see is not what you get!

Wir haben festgestellt und können beweisen, dass die Temperaturen, die am Instrument im Fahrgastraum angezeigt werden, nicht die wahren Temperaturen des Kühlwassers im Motor sind. Es liegt ein Offset von 6-8°C vor, welches dazu führt, dass man als Fahrer noch ein gutes Gefühl hat, obwohl alle Alarmglocken schon läuten müssten. Die Wassertemperatur die angezeigt wird, entspricht in etwa der Temperatur, mit der das Kühlwasser die Kühler verlässt.

Bei Fahrern, die Ihren Motor erst.....

Frühe Schäden kann man verhindern

Da man nicht mit absoluter Sicherheit sagen kann, welcher Betriebszustand die größten Probleme bei den Motoren verursacht, empfehlen wir auf jeden Fall, die Motoren kurz nach dem.....

Gefahren und Nutzen des Internets - Ebay, Facebook und die Porsche-Foren

Das Internet ist ein Segen für die Menschheit. Aber es birgt auch Gefahren. Nicht zuletzt, weil es dort nur so von falschen und „gekauften“, sehr einseitigen Informationen wimmelt, haben wir uns entschieden, den Großteil unserer Erfahrungen öffentlich zu machen.

Unsere Forschungsergebnisse stellen zwar im ersten Moment auch nur eine subjektive Meinung dar, doch liegt es an jedem selbst, unsere Aussagen zu überprüfen und auf diesem Wege eine Objektivierung einzuleiten. Viele werden sich fragen, warum wir all diese Erkenntnisse überhaupt veröffentlichen.

Wir sind auf jeden Fall von keiner Interessensgruppe „gekauft“ worden um die.....

Wertsteigerung nach Motorschaden? - Der Sinn dieser Veröffentlichung.

Ein Kunde, der seinen Porsche verkaufen wollte bat irgendwann um eine Beschreibung der Arbeiten, die wir an seinem Motor im Rahmen der Reparatur nach einem Kolbenfresser auf zwei Zylindern durchgeführt hatten. Er wollte dies als wertsteigerndes Verkaufsargument einsetzen. Keine schlechte Idee, dachten wir.

Also sind wir es unseren Kunden letztendlich schuldig, *unsere* Art.....

Die traurige Geschichte um das Märchen mit den Stahlzylindern.

Jede Firma, die Wasserboxer-Motoren repariert, verfolgt eine sehr individuelle Strategie. Oftmals sind diese Strategien stark von finanziellen Gedanken der Gewinnmaximierung geprägt. Fast immer aber spielt Unwissenheit und nicht genügende Erfahrung eine Rolle. Meist sind die Strategien schlichtweg falsch.

Manche behaupten, dass die Kolbenringe die Schuld am Fressen haben. Dies wurde von uns widerlegt.

Andere schwören auf die Verwendung von Stahlguss-Zylindereinsätzen und verbreiten diese Meinung seit langer Zeit und sehr konsequent in entsprechenden Angeboten bei Ebay.

Unser Team verbringt jeden Monat im Rahmen von Beratungsgesprächen einige Stunden damit, unsere Kunden darüber aufzuklären, dass eine Schadensreparatur mit Zylindern aus Eisen,- bzw. Stahlguss absolut keine Alternative darstellt, sondern sogar eine völlig ungeeignete Methode ist.

Wir hoffen, dass sich durch die Veröffentlichung unserer Erkenntnisse diese zeitraubenden Gespräche nicht mehr so oft wiederholen werden.

Dass man mit dem Einschrumpfen von Eisenzylindern keinen „gefressenen“ Porschemotor reparieren kann, wissen die Firmen, die diese Billigtechnologie für teures Geld verkaufen, natürlich selbst am besten. Alleine die Tatsache, dass die thermischen Ausdehnungskoeffizienten.....



Bild 23: Erneuter Motorschaden durch eine sich gelöste und um rund 40° gegen den Uhrzeigersinn verdrehte „Stahl“-Zylinderlaufbuchse (links)

Mehr Spritzöldüsen - weniger Öldruck?

Unsere Versuche mit einem zusätzlichem Satz Spritzöldüsen verliefen sehr spannend.

Auf Grund der besseren maschinellen Ausstattung, wurden fast alle diese Versuche bei unserem Partner Hartech in England gemacht. Nachdem wir die bearbeitungstechnischen Probleme gelöst hatten, wie man die nötigen Bohrungen für die Düsen setzen konnte, begannen wir mit den ersten Versuchen. Jeder von uns war sich sicher, dass sich der Öldruck verringern würde, da man es ja mit.....

Die lange Liste der konstruktiven Probleme - und die Lösungen von Cartronic

In den letzten Seiten haben wir von vielen einzelnen Problemen der betroffenen Motoren gesprochen. Viele Leser haben sicher schon den Überblick verloren und erinnern sich vielleicht nur noch an das eine oder andere.

Nachstehende Aufzählung listet noch einmal all die Schwachpunkte auf, die sich in dieser Fülle erst mit Einführung der Motoren mit mehr Hubraum und mehr Leistung als relevante Ursachen für Motorschäden aufsummiert haben. Zu jedem Schwachpunkt gibt es auch eine kurze Erklärung, warum es ein Schwachpunkt ist und welche Lösung wir (Cartronic Motorsport und Hartech) im Rahmen einer Reparatur anbieten.

Viele der Ursachen, die sich bei den moderneren Motoren zu echten Problemen ausweiteten, sind rein konstruktiv bedingt und existieren unserer Meinung nach somit permanent und latent „schlummernd im Verborgenen“ bereits seit dem Jahr 1997, als der erste Boxstermotor in diesem Design vorgestellt wurde. Da aber alle weiteren Motoren auf genau dieser Konstruktion basieren, näherte man sich mit jedem Leistungssprung nach oben der imaginären Haltbarkeitsgrenze. Bis man diese mit der Einführung der 3,8er Motoren deutlich überschritt.

- Der Kühlmittelstrom zu.....
- Das Wasserthermostat.....
- Die in der Fahrzeugfront platzierten.....
- Die Temperaturanzeige der Wassertemperatur zeigt eine.....
- Das Kühlmittel tritt unterhalb der Zylinder in.....
- Die Spritzöldüsen, welche die.....
- Die Zylinder werden auf Grund.....
- Der Kühlmittelauslauf ist niedriger gelegen als
- Die Zylinderkopfdichtung ist das „Schlüssel-Bauteil“ welches
- Durch die Verlängerung der Wechselintervalle von Öl.....
- Verschiedene in den Motoren bis 2007 verbaute

Technische Veränderungen der Cayman S 3,4 ltr., 3,6 ltr. und 3,8 ltr. Motoren im Vergleich zu den alten 3,4 ltr. Motoren

- Die Zylinderkopfdichtungen von Bank 1 und 2 sind mit identisch großen Löchern versehen und können damit seitenverkehrt auf beiden Seiten montiert werden. Es gibt nur noch ein Bauteil für beide Seiten.
-
- Die Pleuel sind bei diesen Motoren kürzer und

Zukunftsprojekte. Neue Kurbelwellen – Lagerschalen und Kettenschienen

Verbesserte Zylinder

Wir haben viel Zeit und Geld in die Erforschung der Probleme der Wasserboxermotoren gesteckt. Stundenlange Prüfstandläufe verbunden mit Temperaturmessungen und Datenaufzeichnung verhalfen uns mit der Zeit zu dem Verständnis, welches wir heute haben. Um uns selbst zu schützen, sind wir leider.....

Kurbelwellen im Austausch / Lagerschalen mit Untermaß

Unser Entwicklungsprojekt „Kurbelwelle M.96/7“ verläuft auch planmäßig. Es kann bereits im Herbst 2014

Seit Mitte Juni 2014 bieten wir unsere Kunden entsprechende Pleuellagerschalen mit Untermaß 0,25 und 0,5 mm an.

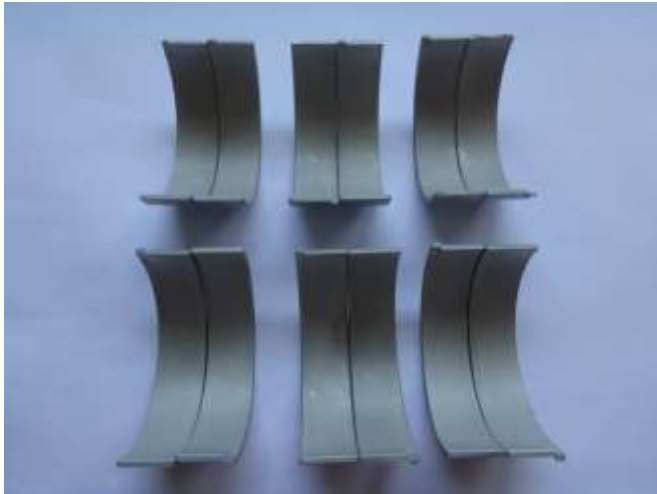


Bild 25: Spezielle Untermaß-Lagerschalen für M96/97 Motoren

Eine neue Kurbelwelle für einen Porsche 986/996 oder 987/997-Motor der Typen M.96 oder M.97 kostet zirka 4.500 Euro.....

Effektivere Ölpumpen

Wir arbeiten seit einiger Zeit an der Erhöhung der Ölpumpenleistungen. Die ersten Versuche mit veränderten inneren Geometrien lassen hoffen. Die in einem Versuchsmotor eingebrachten zusätzlichen Spritzöldrüsen zur besseren Ölversorgung der benachteiligten Zylinder der Bank 2 scheinen sich ebenfalls zu bewähren.

Haltbare Kolbenbeschichtungen

Im Winter 2013 konnten wir das Projekt „Kolbenbeschichtung M.96/7“ abschließen. Inzwischen haben wir das gesamte für eine reproduzierbare und erfolgreiche Kolbenhemdbeschichtung notwendige technische Equipment angeschafft und.....

Neue Kolben

Um Kosten zu sparen, haben wir den Gedanken verfolgt, mit einem anderen Kolbenhersteller eine Kooperation zu starten. Alle Versuche mit anderen „namhaften“ Kolbenherstellern brachten allerdings keine guten Ergebnisse und wurden

Verstärkte Kettenschienen

Nachdem sich in den letzten Jahren immer wieder fatale Motorschäden auf Grund von gebrochenen „kleinen“ Kettenschienen ereigneten, haben wir Anfang 2014 zusammen mit



Bild 26: Gebrochene originale Kettenschiene (unten) sowie verstärkte Cartronic/Hartech Version (oben)

Noch mehr Kooperationspartner

Cartronic beliefert zurzeit (Stand Juli 2014) weltweit 10 Partnerbetriebe mit überholten Motorgehäusen, welche i.d.R. immer mit 6 neuen Zylindern versehen sind. Diese überholten, optimierten und im Zylinderbereich verstärkten Gehäuse, werden im Austausch gegen die angelieferten defekten AT-Gehäuse geliefert. Das Netzwerk soll in der Zukunft auf rund 20 Betriebe erweitert werden. Gerne beantworten wir Anfragen von Gewerbetreibenden aus dem In- und Ausland.

Das Thema Zwischenwelle

Nahezu alle Motoren der Baureihe M96 bis Modelljahr 2005 litten zusätzlich zu den Zylinderproblemen auch noch an häufigen Ausfällen auf Grund von Ausfällen der Zwischenwellenlagerung.

Erst mit der Baureihe M97 und ab Modelljahr 2006 wurde seitens des Herstellers die Zwischenwellenlagerung etwas verbessert, dass es zu deutlich weniger der typischen Ausfälle kam.

Leider ist es nur mit erheblichem Aufwand möglich eine Lagerung zu installieren, die eine angemessene Lebensdauer von 300-400.000 Km verspricht. Die Kosten dafür sind so hoch, dass sich dies meist nicht rentiert. Allerdings gibt es verhältnismäßig kostengünstige Lagersysteme, welche eine deutlich längere Lebensdauer als die originale Lagerung garantieren.

Der technische Sachstand

Es existieren verschiedene Ausführungen der Zwischenwellen. Bei den ersten Motoren bis zum Modelljahr 99 und teilweise auch in Motoren der Jahre 2000 und 2001 wurden Zwischenwellen verbaut die ein Doppelreihen-Lager hatten. Dies sind sozusagen 2 Lager in einem Gehäuse. Diese Motoren verfügten zudem über zwei Duplexketten zum Antrieb der Nockenwellen und ebenfalls eine Duplexkette zwischen Kurbelwelle und Zwischenwelle.

Die verwendeten und speziell für diesen Anwendungsbereich von der Firma NSK gefertigten Lager erwiesen sich als haltbar und recht langlebig. Diese verstärkten Lager basieren auf einem 3204er Lager. Leider werden diese Lager seit dem Jahr 1999 nicht mehr gefertigt. Porsche verbaute diese Lager aber noch in einer gewissen Übergangszeit.

Neuere Motoren ab Modelljahr 2002, inkl. einiger Motoren der Jahre 2001 und 2000, bis zum Modelljahr 2005 wurden mit einem normalen einreihigen Lager Typ 6204 ausgerüstet. Vermutlich lag ein gewisser Kostendruck dieser Maßnahme zugrunde. Fakt ist, dass der dynamische Tragfähigkeitswert der „alten“ Doppelreihenlager höher lagen als die der „neuen“ einreihigen Lager.



Bild 29: Neue Zwischenwellenköpfe für die großen Originallager ab Modell 2007



Bild 31: Originallager aus Zwischenwelle eines M97/X51 Motors. Lagerdeckel wurde entfernt. Nach 45.000 Km Laufleistung keine Fettfüllung mehr vorhanden. Zwar noch keine Späne, aber dafür nur eine geringe Mengen Motoröl. Ein potenzielles Problemlager!

Einreihig oder Zweireihig?

Warum Porsche von den zweireihigen Kugellagen mit Modelljahr 2000 auf einreihige Lager umschwenkte ist nicht genau bekannt. Es mögen, wie bereits erwähnt, die Kosten gewesen sein, da ein zweireihiges Lager teurer ist als ein einreihiges. Fest steht, dass dieser Schritt keine gute Idee war, da die einreihigen Lager nicht in der Lage waren, die Belastung auf Dauer auszuhalten. Erst mit den Motoren der Modellreihe M.....



Bild 34 und 35: Defektes 996 Zwischenwellenlager mit Spänen (links - nach Ausbau, rechts - entfernter Deckel mit erkennbaren Metallflitter aus dem Inneren des Lagers)



Bild 36: Zu schwach ausgelegter 10 mm Serien-Spannbolzen aller Zwischenwellenlager von 1996-2006 / Gewinde M8



Bild 37: Verstärkte Version von Cartronic / 10mm mit Gewinde M10 vs. Serie/ 10 mm mit Gewinde M8 und 6,3 mm Materialstärke an schwächster Stelle

Zukünftige Lagerschäden zeichnen sich meist frühzeitig ab

Hält man sich daran, die Ölwechselintervalle zu verkürzen, ist man meist in der Lage einem Totalausfall aus dem Wege zu gehen. Im Rahmen eines Ölwechsels soll natürlich auch immer der Ölfilter ersetzt werden. Den alten Ölfiltereinsatz nie achtlos entsorgen, sondern.....



Bild 38: Cartronic Speziallager-Kit zweireihig für Zwischenwelle M.96 (bis MJ 2000)

Kapitale Motorschäden durch "verlorene" Ölpumpenantriebe

Sehr selten kommt es bei den Motoren, welche mit den Zwischenwellen der ersten Generation bestückt waren, zu kapitalen Motorschäden, weil der Ölpumpenantriebszapfen den Kontakt zur Ölpumpe verloren hat.

Die Ölpumpe wird von der Zwischenwelle angetrieben. Dafür befindet sich zwischen Pumpenritzel und der Zwischenwelle ein 8mm starker und 50mm langer 6-Kant Zapfen. Damit dieser Zapfen, welcher lose in beiden Bauteilen steckt, nicht in die offene Zwischenwelle "wandern" kann, wurde

.....



Bild 41: Zwischenwelle Links- Anschlagdeckel und Zapfen Mitte - Ölpumpenrad rechts

Erfolgreiches Entwicklungsprojekt

Von besonderem Erfolg war das inzwischen abgeschlossene Projekt mit der internen Bezeichnung „Kolbenring M.96/7“ gekrönt. Zusammen mit der namhaftesten und in unseren Augen kompetentesten Herstellerfirma für Kolbenringe, der Firma Götze in Burscheid (ein Federal Mogul Unternehmen) waren wir in der Lage, Kolbenringsätze aufzulegen, die den technisch modernsten Stand widerspiegeln und sehr ähnlich den originalen Ringen sind. Die Fachleute unter den Lesern

wissen, dass Götze seit vielen Jahrzehnten Lieferant der Porsche AG ist. Götze Ringe befinden sich in nahezu jedem Porsche Motor. Einige auch in den hier abgehandelten M.96 und M.97 Motoren. Aber leider auch Ringe anderer Hersteller aus Fernost. Einige Motoren, spezielle 3,8er waren auf den ersten beiden Positionen mit Goetze-Ringen bestückt. Der Ölabbstreifring schien von einem japanischen Hersteller zu sein.

Cartronic verwendet seit Sommer 2013 nur noch Götze Ringe auf allen 3 Positionen. Besonders zu bemerken ist, dass es sich dabei nicht um die.....

Die heutigen Möglichkeiten sind teilweise einzigartig! - Das Re-Rounding.

Anfangs, als die Motorgehäuse bei Porsche noch zu erschwinglichen Preisen zu erstehen waren, verbauten wir diese ohne jegliche Modifikationen. Auch heute noch kann es notwendig sein, ein neues Gehäuse zu erstehen, wenn es so stark beschädigt wurde, dass eine Reparatur nicht möglich ist.

In diesen Fällen gehen wir allerdings hin und optimieren diese Werksgehäuse entsprechend unserer Vorstellung im Bereich der Wasserkanäle. Genauso montieren wir nur noch das.....



Bild 43: Unsere Verstärkungsringe, sichtbar und lose liegend am oberen Ende der Zylinder vor der Montage. Später befinden sich die Ringe direkt unter der Kopfdichtung und erzeugen einen Closed-Deck Motor.

Was kann man tun? - Was sollte man tun?

Sicherlich sind viele Besitzer von den hier als kritisch und mit Problemen belasteten Fahrzeugen nun verängstigt oder auch frustriert. Viele haben sich vielleicht gerade einen 997 mit einem 3,8 ltr. Motor gekauft, der auch noch 100.000 Km gelaufen hat und über den ersten Motor verfügt. (Gibt es solche 3,8er überhaupt? ☺)

Richtig ist, sich auf jeden Fall Sorgen zu machen, da mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Motorschaden ansteht. Man hat natürlich wie immer die freie Auswahl. Entweder man verkauft den Wagen wieder, oder beobachtet aufmerksam und wartet auf den Motorschaden, um diesen dann in einer frühen Phase zu reparieren. Oder man lässt sich den Motor
unten)



Bild 50: Eingepresster neuer Schmiede-Zylinder. Nur 1,5 mm vom originalen Zylindermaterial verbleiben zur sicheren Führung und Aufnahme des neuen Zylinders.

Für Motoren, die bereits einen Schaden haben und auf Grund von Kolbenfressern repariert und überholt werden müssen, haben wir neben den oben genannten, folgende, weitere Maßnahmen parat:.....

Kaltstart-Qualmen

Einige gebrauchte, neue und überholte Motoren haben die Eigenart, dass sie nach dem Kaltstart für einige Sekunden aus dem Auspuff qualmen. Bei Reihen- und V-Motoren ist dieser Effekt nicht so stark zu beobachten, da das sich sammelnde Öl zwischen Kolben und Zylinderwandung nach unten laufen kann. Bei einem Boxermotor sieht das anders aus, da sich das Öl im unteren Bereich des Zylinders sammeln kann um dann bei nächsten Startvorgang zu verbrennen.

Dies beobachtet man auch häufig bei neuen Motoren. Die Kolben haben innen.....



Bild 51: Zeigt die Stellung eines 986/987 Zylinderkopfes, wenn das Fahrzeug an starkem Gefälle geparkt wurde. Öl sammelt sich und kann nicht ablaufen

Motorsport - Ja oder Nein?

Die Antwort auf die Frage ob die serienmäßig belassenen M96/97 Motoren für den Motorsporteinsatz geeignet sind, lautet eindeutig nein. Gegenüber dem standfesten, klassischen Motorkonzept der alten 11er mit Trockensumpfschmierung, welches ja auch in den Modelljahren der M.96 und M.97 Motoren noch in Fahrzeugen der Baureihen GT3, Turbo und GT2 Verwendung fanden, haben die modernen M.96/97 Motoren einen entscheidenden Nachteil. Diese Motoren verfügen über keine Trockensumpfschmierung mit einem externen Ölreservoir (Öltank).

Die Ölpumpe saugt bei den wassergekühlten Motoren dieser Baureihen das Öl vom Grund des Motorgehäuses. Das Ölvolument ist zudem deutlich geringer. Auch kann es bei forscher Kurvenfahrt, bei der erhöhte G-Kräfte wirken, oder bei plötzlichen Richtungswechsel, speziell beim motorsportlichen Einsatz und mit Slicks oder Clubsportreifen, dazu kommen, dass sich ein Großteil des Ölvolument in einer "Ecke" des Motorgehäuses sammelt und die Ölpumpe für kurze Zeit Luft ansaugt. Dies führt dann fast immer zu einem Lagerschaden. Das sind die schlechten Nachrichten zum Thema Motorsport.

Die gute Nachricht ist,.....



Bild 52: Die Hartech/Cartronic Racing-Ölwanne mit einem ausgeklügelten Ölrückhaltesystem. Im Vordergrund die beiden modifizierten Ölabscheider.

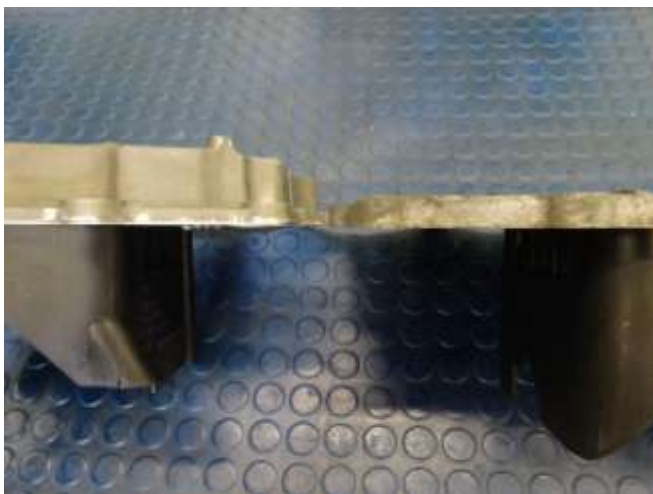


Bild 53: Links die 25 mm tiefere Racing-Ölwanne, rechts der Seriendeckel

Da man aber niemals nie sagen sollte, haben auch da vorgesorgt und bauen zusätzlich eine speziell auf diese Motoren abgestimmte Not-Druckölschmierung ein. Dieses System basiert auf einem Druckreservoir der Firma Accusump in USA.



Bild 58: Nur die Kombination aus Racing-Ölwanne und Accusump-Kit gibt genügend Sicherheit

Dabei handelt es sich um einen zylindrischen Behälter der innen.....



Bild 59: Das komplette Accusump-System ASPM96/7. Der Wärmetauscher rechts gehört nicht dazu.

Saugt die Pumpe also Luft und der Druck fällt ab.....

Abschließende Betrachtungen

Wir haben im Rahmen von Gesprächen über die Gründe der Motorprobleme festgestellt, dass viele selbsternannte Spezialisten und auch echte Fachleute teilweise nur über einen recht eingeschränkten Horizont und eine erstaunlich einseitige Sichtweise verfügen. Jeder sieht erst einmal alles nur von seiner Warte aus und ist dadurch tatsächlich betriebsblind geworden. Ich kann mich an Gespräche mit Kollegen erinnern, die einfach nicht begreifen wollten, dass man Motoren, die man aufbohrt, um die Spuren der Kolbenfresser zu entfernen, dabei noch mehr schwächt. Diese Kollegen waren sich natürlich sicher alles richtig zu machen, da die Motoren nach Reparatur ja alle erst einmal perfekt

liefen und die Kunden auch immer zufrieden vom Betriebsgelände führen. Keiner konnte sich vorstellen, dass „sein“ Motor jemals noch einmal einen Schaden erleiden würde. Ganz sicher ist, dass sie nicht wussten und wahrscheinlich heute noch nicht wissen, warum es überhaupt zu den Kolbenfressern und gerissenen Zylindern gekommen ist.

Frage man aber dann einmal nach, was sie denn an den Motoren positiv verändert hatten, herrschte Stille. Wir haben festgestellt, dass sich.....

Wer mitreden will, sollte also erst einmal lesen. Sollte irgendetwas nicht klar, oder evtl. sogar falsch dargestellt sein, würden wir uns sehr über eine Kontaktaufnahme und konstruktive Gespräche freuen.

Wir werden weiterhin unsere Pläne verfolgen und ein Projekt nach dem anderen zu Ende bringen. Schon bald werden wir mit weiteren interessanten Neuigkeiten, Produkten und Dienstleistungen rund um ihren geliebten Porsche aufwarten. Bleiben Sie mit uns in Kontakt. Wir freuen uns auf Sie und besonders auf jeden kritischen Kommentar. Natürlich auch über ein Lob.

Thomas Kirchhöfer

Geschäftsführer der Firma Cartronic Motorsport Ing. GmbH in Gummersbach

Gummersbach, den 23. Juli 2014

Alle Urheberrechte liegen beim Autor. Vervielfältigung, auch auszugsweise ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig. Bilder oder Darstellungen die mit Bildrechten Dritter belegt sind, wurden explizit gekennzeichnet. Nikasil® ist eine geschützte Wortmarke der Firma MAHLE AG. Lokasil® und Alusil® sind geschützte Wortmarken der Firma KS Aluminium Technologie GmbH. Porsche®, Carrera®, 997®, 996®, 993®, 987®, 986®, 911® sind Wortmarken der Porsche AG. Alle anderen geschützten Markennamen, Markenzeichen und Wortmarken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. Alle Bildrechte liegen beim Autor.

Weitere Informationen über:

Cartronic Motorsport Ing. GmbH – Poststr. 2 – D-51643 Gummersbach

Tel. 0049-2261-9115911 – Mail: info@cartronic-motors.com – Web: www.cartronic-motors.com

Anlage 1

Preisliste Motor-Upgrade-Produkte für M.96/97

		Euro
Art. Nr. 11707	verstärkte Kettenschiene gefräst/eloxiert	255,--
Art. Nr. 11638	Kolbenringsatz Motor 3,4 ltr. alte Version	89,--
Art. Nr. 11639	Kolbenringsatz Motor 3,4 ltr./3,6 ltr. neue Version	89,--
Art. Nr. 11640	Kolbenringsatz Motor 3,8 ltr.	89,--
Art. Nr. 11692	Ölablassschraube/Aluminium mit Neodymmagnet	32,--
Art. Nr. 11709	Zwischenwellenlager-Kit/ 1. Version -2000	580,--
Art. Nr. 11612	Zwischenwellenlager-Kit/ 2. Version 2000-2006	530,--
Art. Nr. 11710	Zwischenwellenlager-Kit/ 3. Version 2006/-2007	385,--
Art. Nr. 11663	Niedrigtemperatur Thermostat	89,--
Art. Nr. 11711	Accusump-Racing-System ASPM96/7	a. Anfrage
Art. Nr. 11712	Racing-Ölwanne ROPM96/7	a. Anfrage
Art. Nr. 11714	Pleuellager für Lagerstelle -0,5mm	84,90
Art. Nr. 11715	Hauptlager (+ 1,0mm Außen/- 0,5mm Innen)	142,--
Art. Nr. 11716	Hauptlager (Standard Außen / - 0,25mm Innen)	117,--

Die Preise für die High-Performance Ceramic-Zwischenwellenlagerkits erhalten Sie auf Anfrage. Ebenso die Preise für Kennfeldabstimmung, Prüfstandsmessung und Abstimmung auf dem Prüfstand sowie unsere Sportabgasanlagen mit TÜV.

Alle Preise inkl. der gesetzl. MwSt. von 19%.
Preisänderungen vorbehalten.