

FRITZFAHRKRAFT

Whitepaper



Motorgehäuse

Muss es immer neu sein?

Man kennt sie, die unzähligen Geschichten und Erzählungen über die diversen Typ 1 Motorgehäuse und ob es für das eigene Projekt wirklich ein neues Gehäuse sein muss oder nicht vielleicht doch ein gutes Gebrauchtes welches „sich schon gesetzt hat“ die bestmögliche Wahl ist. Was ist dran an den Mythen rund um das Herzstück eines jeden Käfermotors?

Die Mär von den gebrauchten Motorgehäusen. Wer schon länger in entsprechenden Kreisen verkehrt hat sicher mal aufgegriffen, dass „damals“ gebrauchte Motorgehäuse zum Aufbau neuer Rennmotoren verwendet wurden. Diese Kurbelgehäuse seien durch die natürliche Alterung im Betrieb besser als neu und wiesen eine höhere Festigkeit, Härte aber auch Zähigkeit auf und wären somit die beste Basis zum Aufbau eines Rennmotors. Klingt doch im ersten Moment auch nachvollziehbar: was ist besser als etwas Exquisites? - Etwas Exquisites, was nochmal exquisit lange gereift ist. Grundlage dieser Erzählung sind Motoren von BMW, welche Anfang der 80er Jahre für die Formel 1 aufgebaut wurden. Damals hatten die F1 Motoren 1,5 Liter Hubraum und haben bei Ladedrücken über 5,5 bar Leistungen über 1400 PS bereitgestellt. Das ausgerechnet hier gebrauchte Gehäuse zum Einsatz kommen sollten, ist schwer zu glauben. Und auch schlichtweg falsch. Woher genau der Mythos stammt, ist heute nicht mehr nachvollziehbar. Er hält sich jedoch seit bald vier Jahrzehnten und taucht immer mal wieder auf. Im Fall der BMW-Motoren war diese Erzählung damals sogar so präsent, dass der zuständige Entwicklungschef einen Versuch anordnete und tatsächlich auf einem gebrauchten Gehäuse einen entsprechenden Motor aufbauen ließ. Dieser quittierte seinen Dienst auf dem Motorenprüfstand dann jedoch noch während der Warmlaufphase und schloss damit das Kapitel für die Konstrukteure endgültig¹. Ganz nebenbei: Selbst, wenn der Mythos wahr gewesen wäre, wäre die Information nicht einfach auf den Käfer übertragbar. Die betreffenden Motoren verfügten damals über ein Zylinderkurbelgehäuse aus Grauguss und nicht wie im Falle des Käfers ein Motorgehäuse aus Magnesium.

Seit Jahrzehnten beschäftigt sich nun ein ganzer Industriezweig damit Käfer und Co. auf die Sprünge zu helfen. Dabei stellt sich bei jedem neuen Motorenprojekt zu Beginn die Frage nach dem Motorgehäuse. Was ist nötig? Was ist sinnvoll? Um in das Thema einzusteigen, ist es zunächst wichtig die Verschleißmechanismen zu kennen. Ganz grob zusammengefasst lässt sich dabei in zwei Gruppen unterteilen. Da gibt es zunächst den offensichtlichen Verschleiß wie z.B. korrosive Veränderungen, Ausbrüche und Eindrücke der Oberfläche sowie Risse und Bruchstellen. Auch geometrische Veränderungen zählen hier dazu, also Bohrungen, die nicht mehr rund sind oder Dichtflächen, die nicht mehr plan sind. Allen diesen Erscheinungen ist eines gemeinsam: Sie lassen sich meist durch Sichtprüfung oder Vermessung entdecken und entsprechend bewerten. Im Fall von Rissen, welche an schwer einzusehenden Stellen liegen, ist das unter Umständen schon eine Herausforderung und verlangt nach gewissenhafter Herangehensweise und auch viel Erfahrung.



Abbildung 1: Neues Typ 1 Motorgehäuse aus Legierung AS41

Schwieriger hingegen ist der Umgang mit dem zweiten Verschleißmechanismus, welcher als Kriechen oder Alterung benannt werden kann. Dieser hängt direkt mit o.g. Erscheinungen zusammen, so sind Risse und Formabweichungen immer auch die letzte Konsequenz (lokal-) überalterten bzw. unzulässig beanspruchten Materials. Bevor es jedoch zu Rissen oder überhaupt messbaren Abweichungen kommt, beginnt das Material bereits zu kriechen und vorhandene Spannungen durch winzige Bewegungen im Werkstoff abzubauen. Man spricht

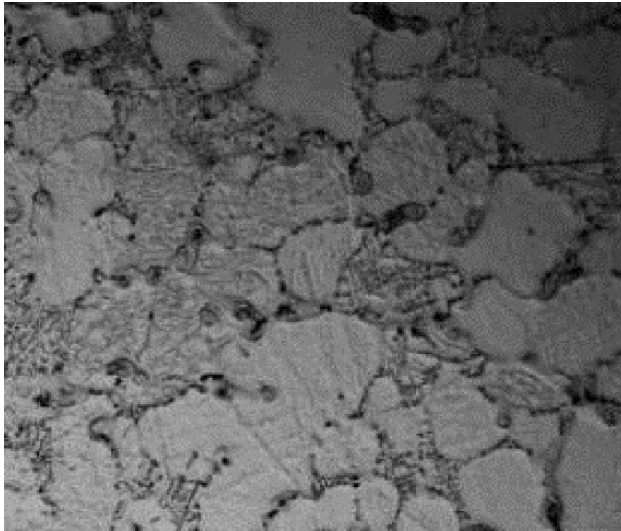


Abbildung 2: Korngrenzen der AS21 Legierung aus dem Druckguss

hier vom Abbau sogenannter „Versetzungen“ welche in der Kristallstruktur des Materials beim Guss entstanden sind. Diese Versetzungen sind gewünscht und treten als Verzerrungen oder Defekte in der Kristallstruktur auf. Sie verleihen der Legierung einen Teil ihrer Eigenschaften, indem sie einen Widerstand gegen Verformung bei mechanischer Beanspruchung darstellen. Die Herausforderung dabei ist, dass man im Allgemeinen nicht sehen kann wie stark das Material bereits gealtert ist und auch nur in den seltensten Fällen eine lückenlose Dokumentation der Laufleistung und den damit einhergehenden Beanspruchungen vorliegen hat. Selbst wenn die Laufleistung eines Motors nachvollziehbar bekannt und vergleichbar niedrig ist, liegt keine Information darüber vor wie oft der Motor eventuell zu heiß war und wann er in welchen Lastzuständen betrieben

wurde. Da Kriechen nicht nur von der Intensität der Beanspruchung, sondern in erheblichem Maße auch von der Temperatur abhängig ist, kann ein Motorgehäuse mit geringer Laufleistung aber nach einigen wenigen Überhitzungen bereits deutlich mehr „verschlissen“ sein als ein vergleichbares Motorgehäuse mit doppelter Laufleistung, welches jedoch in seinem Leben niemals zu heiß geworden ist. Umso mehr Verschleiß dann bereits vorhanden ist, umso kürzer ist auch die zu erwartende verbleibende Lebensdauer eines Motors bis zu seinem etwaigen Ausfall. Wer also Laufzeiten maximieren oder Ausfallrisiken minimieren will, sei es nun für den Rennsport mit dem Käfer auf der ¼ Meile oder die nächste Afrikadurchquerung mit seinem T2-Bus, dem ist gut daran geraten, den Verschleiß seiner Bauteile bestmöglich zu erfassen, um nicht von vorzeitigen Ausfällen überrascht zu werden.

Die für das Motorgehäuse von Käfer und Co. verwendeten Magnesiumlegierungen zeichnen sich vor allem durch ihr gutes Verhältnis von Festigkeit und Gewicht aus. Mit ihnen konnten die damals durch den Hersteller gestellten Anforderungen bei niedrigstem Gewicht kosteneffizient erfüllt werden. Im Laufe der Jahre ließen sich dann steigende Anforderungen aufgrund zunehmender Motorleistungen durch verschiedene konstruktive Änderungen und leichte Anpassungen der Legierungsbestandteile sowie Wärmebehandlungen zufriedenstellend abbilden. An dieser Stelle ist es wichtig sich kurz der Dimensionen bewusst zu werden: auch wenn sich die Nennleistung des Käfermotors im Laufe seiner Evolution von 24,5 PS auf 50 PS verdoppelte, so standen die heute selbst ohne Aufladung problemlos erreichbaren Motorleistungen jenseits der 200 PS und die damit einhergehenden thermischen und mechanischen Belastungen zu keiner Zeit im Lastenheft dieser originalen Kurbelgehäuse.

Wenn es nun an das eigene Motorenprojekt geht, stellt sich also die Frage nach der perfekten Basis. Hier sind neben der angestrebten Leistung und der gewünschten Lebensdauer auch das persönliche Budget und unter Umständen Aspekte wie Originalität und Werterhalt relevant. Grundsätzlich kann man sagen, dass in vielen Fällen heutzutage eine Instandsetzung der Motorgehäuse möglich ist, ausgenommen einiger pauschal ungeeigneter Originalgehäuse. Hier werden dann Planflächen nachgesetzt, Bohrungen wiederhergestellt und die Oberflächen gereinigt, sodass auch die Optik wieder ansprechend und sauberes Abdichten überhaupt möglich ist. Jedoch kann ein tatsächlicher Neuzustand aus genannten Gründen nicht wiederhergestellt werden. Das heißt die Gehäuse werden durchaus wieder nutzbar, aber die zu erwartende Lebensdauer des Motors entspricht nicht der eines

baugleichen Motors mit einem neuen Motorgehäuse. Wenn es sich nun um eine milde Leistungssteigerung handelt und sich das vorhandene Gehäuse innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzen befindet, wenn das Fahrzeug keinen Rallye-Einsatz, sondern nur im Sommer und meist nur zur Eisdielenbewegung bewegt wird, dann kann ein gebrauchtes und positiv geprüftes Originalgehäuse das beste Preis-/Leistungsverhältnis für diesen individuellen Fall darstellen. Auch hier sind jedoch die Kosten für Prüfung und Instandsetzung zu berücksichtigen. Entscheidend für den Erfolg des Projektes ist in jedem Fall die Frage, was der Besitzer wirklich von seinem späteren Motor erwartet.

Dem gegenüber stehen Vorhaben, bei denen die gesparten Mehrkosten auf ein Neuteil das erhöhte Ausfallrisiko eines Gebrauchtteils nicht mehr kompensieren können. Regelmäßig gilt das für im Motorsport eingesetzte Motoren aber auch für teure, großvolumige Motoren für den Straßenbetrieb oder wenn der geplante Einsatz über die normalen Ausfahrten mit dem Oldtimer hinausgeht, also beispielsweise Rallies, Track Days oder Fernreisen. In diesen Fällen macht es üblicherweise keinen Sinn, auf ein Gebrauchtteil zu setzen. Wichtig ist hier zu berücksichtigen, dass auch Neuteile grundsätzlich geprüft und vermessen werden sollten, bevor sie verbaut werden. Die Kosten dafür entstehen also immer bei einem Motorenprojekt und sollten grundsätzlich mit eingeplant werden.

Der Vollständigkeit halber sollen an dieser Stelle auch die vorhandenen Sondergehäuse erwähnt werden. Es gibt mehrere Firmen, welche Motorgehäuse in verstärkter Ausführung, häufig aus dem höherfesten Werkstoff Aluminium, anbieten. Für spezielle Anwendungen kann ein solches Gehäuse die richtige Wahl sein. Wichtig ist hier vor allem das Prüfen der Kombinierbarkeit mit evtl. schon vorhandenen oder gewünschten Motorteilen. Beispielsweise sei hier das Lochbild der Zylinderkopfstehtbolzen oder auch schlichtweg die Motorverblechung genannt. Aufgrund der deutlich höheren Dichte gegenüber Magnesium sind Gehäuse aus Aluminium schnell doppelt so schwer wie originale Motorgehäuse. Auch bei diesen Motorgehäusen muss geprüft und vermessen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass gute gebrauchte Originalgehäuse für die Überholung von Motoren im Serienzustand und milde Leistungssteigerungen in Frage kommen können. Neue Originalgehäuse sind immer eine Option. Ab Hubräumen über 2 Liter oder Literleistungen größer 60 PS/Liter Hubraum sind sie ganzheitlich betrachtet die günstigste Wahl. Sondergehäuse kommen für Rennsport oder höchste Leistungen in Betracht. Sie ziehen häufig Nacharbeit und umfangreiche Anpassungsarbeiten nach sich.

Titelbild: Motorgehäusehälften Typ 1 © Fritz Fahrkraft GmbH
Abbildung 1: Motorgehäuse Typ 1 © Fritz Fahrkraft GmbH
Abbildung 2: W., Li, Y. J., Zeng, X. H. et al., Creep Deformation Mechanism in High-Pressure Die-Cast Magnesium-Aluminum-Base Alloy, Metallurgical and Materials Transactions A 36, 2005, pp. 1721-1728.

¹Nachzuhören im Podcast „Alte Schule“ von Karsten Arndt Folge 151 mit U. Baretzky