



So bringen Sie Ihren Motor richtig auf Betriebstemperatur

Der Kaltstart gilt als Motoren-Killer Nummer eins. Kein Wunder, konzentriert sich doch der Löwenanteil des Verschleißes auf die ersten Minuten nach dem Anlassen. Wir gehen der gehen auf den Grund, wie man einen Motor eigentlich richtig warmfährt?

Rennstreckenbesucher schüttelten meist amüsiert den Kopf, wenn sie einen Blick in die Abarth-Box warfen. Denn dort saß nicht selten der Meister persönlich und "kochte" vor dem Start in Suppentöpfen das Motorenöl für seine Rennwagen. Das Grinsen wird den Passanten spätestens bei einem Blick in die Ergebnislisten vergangen sein. Nach dem Motto "nur ein betriebswarmer Motor ist ein erfolgreicher Motor" hatte der legendäre Motorenmagier Carlo Abarth die Zusammenhänge zwischen Leistung, Verschleiß und Triebwerkstemperatur klar erkannt.

Auch Peter Bazille und Jochen Fricke, Inhaber der B+F Touring-Garage in Troisdorf-Spich, erinnern sich mit Schmunzeln an Carlos Koch-Studio. Heute arbeiten die beiden als Motorinstandsetzer und Restauratoren und wissen, wie Recht Abarth hatte. Immer wieder stoßen sie auf Schäden, die in direktem Zusammenhang mit Temperaturproblemen stehen.

Und eines wird dabei mehr als deutlich: Es gibt viel häufiger Defekte durch dauerhaft zu niedrige Temperatur und Fehler beim

Warmfahren als durch überhitzte Motoren.

"Selbst der gefühlvollste Umgang mit einem kalten Motor hilft nichts, wenn die technischen Rahmenbedingungen nicht stimmen", betont Peter Bazille. "Wenn zum Beispiel ein Thermostat nicht schließt oder falsch

eingebaut wurde, kann es passieren, dass der Motor so gut wie nie seine Betriebstemperatur erreicht und deshalb ständig mit erhöhtem Verschleiß läuft.

So etwas passiert weit häufiger als man glaubt, weil sich eine zu niedrige Betriebstemperatur kaum bemerkbar macht. Bei einem kochenden Kühler hingegen wird selbst einem Laien sofort klar, dass der Motor zu heiß geworden ist!" Manchmal liegt es auch am guten Willen der (Vor-) Besitzer, wenn der Motor übertrieben cool bleibt. Hochleistungskühler, Tropenthermostate und Lüfterräder mit erhöhtem Luftdurchsatz werden oft eingebaut, wenn das Triebwerk aus ungeklärten Gründen ins Schwitzen gerät. Lag die Ursache dann doch außerhalb des Kühlsystems, werden diese "Goodies" selten wieder entfernt - schließlich kann es ja nie verkehrt



Jeder Laie merkt, wenn der Kühler kocht - Schäden wegen dauerhaft zu niedriger Wassertemperatur führen schleichend zum Knockout des Motors

sein, dem nächsten Überkochen vorzubeugen. Es kann! Besonders Vorkriegsfahrzeuge ohne Thermostat können so dauerhaft unterhalb ihrer vorgesehenen Betriebstemperatur laufen.

Schauen wir uns ein typisches Kühlsystem einmal näher an. Eine Pumpe hält das Wasser in ständigem Kreislauf zwischen Motor und Kühler. Fast immer hat die Pumpe ein aufgesetztes Lüfterrad, das Luft durch den Kühler in Richtung Motorraum saugt. Um den Motor möglichst schnell auf Betriebstemperatur zu bringen, teilt ein Thermostat wie ein Dreiwegehahn den Kreislauf in zwei Teile. Im so genannten kleinen Kühlkreislauf sorgt die Pumpe zunächst nur für einen Austausch zwischen dem sehr schnell wärmewerdenden Zylinderkopf und dem kühleren Motorblock. Hat das Wasser



Nicht jedes Cockpit liefert so viele Daten wie das dieses Alfa Romeo Giulietta Spider



Geeignete Wasserthermometer, die stilistisch auch zum Auto passen, finden sich auf beinahe jedem Teilmarkt. Bei der Gelegenheit sollten Sie sich auch gleich nach einem Ölthermometer umschauen



Bohrungen im Thermostat lassen Luftblasen passieren, sie müssen immer oben sitzen



Hier verhindert eine separate Bypassleitung einen Luftblasenstau im Kühlsystem



Andere Länder, andere Temperaturen: Das passende Lüfterrad fächelt genügend Luft

im Motor eine bestimmte Temperatur erreicht (meist knapp 80 Grad), öffnet das Ventil den Weg zum Kühler und der große Kühlkreislauf tritt in Aktion.

Wenn die Heizung den Innenraum schon sehr kurz nach dem Kaltstart in wohlige Wärme taucht, sollten Sie auf diesen Komfort im Interesse eines langen Motorlebens lieber verzichten. Dann liegt der Heizungskühler nämlich im kleinen Kühlkreislauf und führt während der Warmlaufphase zusätzlich Wärme ins Wageninnere ab. Ist die Heizung hingegen an den großen Kühlkreislauf angeschlossen, können Sie sich ruhig ein wenig warme Luft gönnen. In diesem Fall arbeitet die Heizung erst, nachdem der Kühlwasserthermostat geöffnet hat. Allerdings können Sie auch hier die restliche Erwärmung beschleunigen, wenn Sie noch ein paar Minuten auf die Heizung verzichten.

Ob der Thermostat arbeitet, kann übrigens auch der Laie leicht prüfen: Nach dem Kaltstart muss der Schlauch vom Thermostat zum oberen Wasserkasten des Kühlers zunächst kalt bleiben. Erst wenn die vorgesehene Regeltemperatur erreicht ist, darf er sich spürbar erwärmen. Geschieht dies zu früh, braucht der Motor sehr lange, bis er seine Betriebstemperatur erreicht.

Ganz ähnlich funktioniert die Sache auch bei luftgeköhlten Automotoren. Im wohl populärsten Vertreter dieser Gattung, dem Käfer, sitzt ein Kühlluftgebläse über den vier Zylindern des Boxertriebwerks und wird von einem Keilriemen angetrieben. Die mit hoher Geschwindigkeit strömende Luft streicht an den fein vertippten Aluminiumzylindern vorbei und nimmt so deren Wärme auf. Temperaturempfindliche Wellblechfedern übernehmen hier die Funktion des Thermostaten und steuern die Luftzufuhr über ein kompliziertes System aus Klappen und Leitblechen. Der entscheidende Unterschied zur Wasserkühlung: Da der Luftdurchsatz direkt von der Kurbelwellendrehzahl und nicht von der Fahrgeschwindigkeit abhängt, funktioniert das System bei langsamer Bergfahrt im ersten Gang ebenso wie bei 120 km/h auf der Autobahn. Ein Vorteil, den VW früher auch in der Werbung gut zu vermarkten verstand. Vielleicht erinnern Sie sich an das Plakat mit den kochenden Kühlern der Konkurrenten am Alpenpass? Solche Belastungen überstand der Käfer ebenso klaglos wie Kurzstreckenverkehr, wo er sehr schnell seine Betriebstemperatur erreichte. Knockouts gab es für den

zählen Boxer vor allem, wenn er an einem heißen Tag nach Dauervollgas auf der Autobahn in einen Stau geriet. Im Standgas hatte das Gebläse dann keine Chance gegen den Hitzeüberschuss.

Ein weiterer Grund, weshalb der Käfer sehr schnell auf Temperatur kam, war sein geringer Ölvorrat von nur 2,5 Litern. Womit wir schon beim Kernpunkt des Themas wären: dem Motoröl. Der Schmierstoff spielt die Schlüsselrolle, wenn es um den Verschleiß beim Kaltstart geht. "Kaltes Motoröl ist wie Honig", weiß Peter Bazille, "Wer sich den bei Zimmertemperatur vorstellt, wird schnell an seiner Fließfähigkeit zweifeln. Je nach Temperatur kann Motoröl aber genauso zäh werden – und erst, wenn der Motor schon eine Weile läuft, erreicht es problemlos alle Schmierstellen. Genau da liegt das Problem: Solange die Maschine kalt ist, wird sie kaum geschmiert und läuft mit hohem Materialverschleiß. Also gilt es, die Kaltlaufphase so kurz wie möglich zu halten. Wirklich schnell erwärmt sich der Motor aber nur unter Last, was durch die höhere Drehzahl aber ebenfalls erhöhten Verschleiß mit sich bringt. Richtiges Warmfahren ist also immer ein Kompromiss. Denn im Standgas würde es ewig dauern, bis



Das Überdruckventil am Kühlerdeckel darf erst bei einem bestimmten Druck öffnen



Elegante Lösung: Beim Lancia Aurelia steuert ein Thermostat eine Jalousie vor dem Kühler



Jalousie im Detail: Bei klrrender Kälte sollte man auch heute noch den Kühler abdecken

das Öl dünnflüssig wird, bei hohen Drehzahlen steigt der Verschleiß überproportional an!"

Aber was heißt denn nun eigentlich warm? Eine Öltemperatur von rund 80 bis 90 Grad Celsius gilt unter Motorentechnikern als ideal. Dieser Wert ergibt sich nicht nur aus der bereits erwähnten Fließfähigkeit, die in diesem Bereich optimal ist, sondern auch durch die inneren Abläufe im Motor: Aus der Ölwanne schleudern die Wangen der Kurbelwelle sogenanntes „peitschendes“ Öl im Kurbelgehäuse umher, das für die Schmierung der Zylinderlaufbahnen sowie der oberen Pleuellager sorgt. Gleichzeitig trägt es zur Kühlung der Kolben und anderer Motorkomponenten bei. Aus den Lagerstellen der Kurbelwelle austretendes Öl kommt hinzu. Der Vergleich mit dem Honig lässt erahnen, dass dieser Vorgang bei niedriger Temperatur nur unzureichend funktioniert. Es kommt aber noch ein weiterer Effekt hinzu: Bei den genannten Temperaturen entsteht im Kurbelgehäuse ein aufsteigender Öldunst, der seinerseits einen Teil zur Schmierung beiträgt. Durch das Auf und Ab der Kolben entsteht im Gehäuse eine pulsierende Luftsäule, die die Verteilung dieses Dunstes bis in alle Ecken übernimmt. Auch das funktioniert nicht bei kaltem Öl.

Etwas anders sieht die Problematik an den Gleitlagern aus, die an die Druckumlaufschmierung angeschlossen sind. Schauen wir uns stellvertretend die Kurbelwelle etwas



näher an. Zwischen den Pleuel- und Hauptlagern ist ein baulich bedingtes Spiel vorhanden. Bei stehendem Motor liegt die Kurbelwelle regelrecht auf den unteren Lagerschalen auf. Erst bei laufendem Motor bildet sich ein Schmierkeil, der die Welle abhebt und sie allseitig vom Metall der Lager fern hält, sie läuft in diesem Zustand verschleißfrei. Selbst der Arbeitsdruck der Kolben schafft es nicht, die Welle auf die Hauptlager beziehungsweise das untere Pleuellager auf den Hubzapfen zu drücken! Dieser durch die Drehung der Welle hervorgerufene hydrodynamische Schmierdruck im Lager ist übrigens um ein Vielfaches höher, als der Druck, den die Ölpumpe aufbaut. Letztere hat hier lediglich die Aufgabe, genügend frisches Öl an die Schmierstellen zu fördern. Bei den meisten Motoren fließt das Öl direkt von der Ölpumpe in die Kurbelwelle, sodass deren Schmierung wenige Sekunden nach dem Start gesichert ist. Anders sieht es da schon mit der Nockenwelle aus - vor allem, wenn sie im Zylinderkopf liegt und über eine lange Ölsteigleitung versorgt wird. Bis sich der volle Druck aufgebaut hat, sind hier gelegentlich sogar die

Notlaufeigenschaften des Materials gefragt.

Die Kolben gehören in der Warmlaufphase ebenfalls zu den stark beanspruchten Teilen. Ihr Leichtmetall hat zwangsläufig einen anderen Wärmeausdehnungskoeffizienten als der Grauguss der Zylinderlaufbuchsen. Dehnt sich der Leichtmetallkolben zu schnell aus, kann das sogar zum Blockieren des Kolbens im Zylinder führen. Solchem Klemmern wirken die Kolbenhersteller mit vielen Tricks entgegen. Dazu gehören eingegossene Stahlstreifen und Schlitzte im Kolbenhemd. Trotz alledem bleibt die



Der renommierte Motorenspezialist Peter Bazille erläuterte für uns die thermischen Zusammenhänge



Belastung während der Warmlaufphase sehr hoch. Ein größeres Spiel zwischen Kolben und Zylinder würde zum geräuschvollen Kolbenkippen führen, was den Verschleiß erheblich erhöht. Nach dem Ausdehnen laufen die Kolben dann mit dem optimalen Spiel. Um die hohe Belastung zwischen Ringen und Lauffläche so klein wie möglich zu halten, ist der schnelle Aufbau des Ölfilms also von enormer Wichtigkeit.

Peter Bazille: "Die meisten Autofahrer sind sich über die thermischen Verhältnisse im Motor nicht im Klaren. Sie glauben, der Motor sei warm, sobald die Wassertemperatur ihren normalen Wert erreicht hat. Leider braucht das Motoröl aber viel länger, bis es seine vorgesehene Betriebstemperatur erreicht". Bazille empfiehlt deshalb den Einbau eines zusätzlichen Ölthermometers. "Mancher

wird sich wundern, wie lange er nach Erreichen der richtigen Wassertemperatur noch fahren muss, bis auch dieses Instrument 80 Grad anzeigt!"

Bleibt das Motoröl ständig zu kühl, beginnt die Fehlersuche, die meist auch eine zu niedrige Wassertemperatur ans Tageslicht bringt. Sind Thermostat, Lüfter und Kühler in Ordnung, hilft oft das Abdecken eines Teils der Kühlerfläche. Zu diesem Zweck gab es früher sogar passend zum jeweiligen Fahrzeugtyp spezielle Zubehörteile, die mit Schiebern oder Klappen eine genaue Dosierung der Kühlluft je nach Wetterlage erlaubten. Bei extrem niedrigen Temperaturen bringt weniger Motoröl - etwas über der Minimal-Marke) oft schon den gewünschten Erfolg. Weniger Öl - nicht zu wenig! - erwärmt sich schneller und auf einen höheren Wert. Bleibt das Öl dann immer noch zu kalt, sollten Sie einen Motorenfachmann zu Rate ziehen.

Prinzipiell ist die vom Hersteller empfohlene Ölsorte auch die richtige. Auch wenn der Wagen nur im Sommer eingesetzt werden soll, empfiehlt sich ein Mehrbereichsöl, das in der Kaltlaufphase dünnflüssiger ist als ein reines Sommeröl und die Schmierstellen deshalb schneller erreicht. Bei Einbereichsölen empfehlen sich im Sommer die Viskositäten SAE 30 oder 40, im Winterbetrieb sollte es 20er Öl sein. Alte Fahrzeuge mit vom Hersteller vorgesehenen großen Kolbenlauf- und Lagerspielen und Fahrzeuge ohne Ölfilter, für die ein unlegiertes (nicht additiviertes) Öl vorgesehen ist, sollten auch damit betrieben werden.

Das hängt mit einer weiteren Aufgabe zusammen, die dem Motoröl zukommt: Es soll Schmutz- und Abriebpartikel der Schwebe halten und sie in den Ölfilter transportieren. Ist der nicht vorhanden, werden die gelösten Schmutzpartikel immer wieder durch den Motor gepumpt - nicht selten mit fatalen Folgen. Auch dieser Müllabfuhr-Effekt des Öls funktioniert am besten bei Betriebstemperatur - ein weiterer Grund, weshalb Motoren vor einem Ölwechsel gründlich warmgefahren werden sollten. Bei dauerhaft zu kaltem Öl verklumpen und verschlammen diese Partikel und können im schlimmsten Fall sogar Kanäle und Bohrungen verstopfen. Die Folge ist dann ein Totalausfall des Schmierungssystems.

Jetzt endlich kommt wieder der Fahrer ins Spiel. Die gewünschte Betriebstemperatur wird am schnellsten erreicht, wenn er nach dem Starten unverzüglich losfährt und den

Motor etwa bei der Drehzahl hält, bei der das Triebwerk sein höchstes Drehmoment abgibt. Wenn dieser Bereich bei hochgezüchteten Sportmotoren jenseits von 4000 U/min liegt, sollte man es trotzdem mit etwas weniger bewenden lassen. Erstrebenswert ist ein zügiges Gleiten, ohne Sprinteinlagen, aber auch nicht in untertouriger Schleichfahrt. Erst nach dem Erreichen der bereits erwähnten Öltemperatur von 80 Grad mehr Gas geben! Wer kein Ölthermometer hat, sollte einfach die Fahrstrecke verdoppeln oder gar verdreifachen, die der Motor zum Erreichen der normalen Wassertemperatur gebraucht hat. Bei Instrumenten ohne Gradangabe ist das meistens die Mittelposition zwischen den Anzeigeflächen für kalten (blau) und heißen Motor (rot).

Der Choke sollte nach dem Kaltstart



so bald wie möglich wieder zurück geschoben werden. Denn durch das Schließen der Starterklappe wird die Luftzufuhr reduziert und das Gemisch stark angefettet. In diesem Betriebszustand kommt es jedoch zu einer unvollständigen Verbrennung der Benzinanteile im Zylinder. Zurückbleibende Benzinpartikel waschen einen Teil

der Ölschicht auf der Zylinderlaufbahn ab. Sobald der Motor unter leichter Last ohne Choke ruhig läuft, kann man darauf verzichten. Aus genau diesen Gründen muss auch der Besitzer eines Wagens mit Startautomatik auf deren einwandfreie Funktion achten. Schaltet sie zu spät oder gar nicht ab, wird der Ölfilm zu lange oder sogar andauernd durch nicht verbranntes Benzin geschädigt. Hier liegt übrigens auch einer der Gründe für die Langlebigkeit von Dieselmotoren: Die beschriebene Ölverdünnung ist ihnen völlig fremd.

Bei luftgekühlten Triebwerken gelten die Regeln zum Wärmefahren entsprechend. Der Betrieb unter leichter Last ist also auch hier richtig. Zwar erreichen luftgekühlte Motoren etwas früher ihre Betriebstemperatur, da nicht erst ein Wassermantel mit erwärmt werden muss. In der Praxis drückt sich das aber nur in einem sehr kleinen zeitlichen Vorsprung aus, den der Fahrer kaum spüren wird. Ein Ölthermometer ist hier noch wichtiger als bei wassergekühlten Motoren.

Bei fahrtwindgekühlten Motorrädern ermöglicht das langsamere Fahren im kleineren Gang tatsächlich eine schnellere Erwärmung des Triebwerks, da die Kühlluftmenge hier ja ausschließlich von der Geschwindigkeit abhängt. Wer zum Beispiel bei 80 km/h im vierten statt im fünften Gang fährt, wird feststellen, dass der Motor schneller warm wird. Trotzdem sollten auch Biker die Faustregel Fahren unter leichter Last im mittleren Drehzahlbereich herzig.

Zweitaktmotoren haben hier ein wichtiges Vorteil gegenüber Viertaktern: Sie bekommen praktisch mit der ersten Kurbeldrehung Schmierstoff zusammen dem angesaugten Benzin. Auch die erwähnte Verdünnung gibt es hier nicht, denn bei überfetteten Chokebetrieb wird ja gleichzeitig mehr Öl zugeführt. Also, vom ersten an Vollgas geben? Eindeutig nein! Denn auch beim Zweitakter müssen sich Kolben und Zylinder mit ihren unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten erst einmal an das vorgesehene Laufspiel anpassen.

Dass sich auch Getriebe bei kaltem Öl schwerer schalten lassen, wird jeder Autofahrer schon festgestellt haben. Aber hilft Zwischenkuppeln wirklich beim Hochschalten und Zwischengas beim Runterschalten? Ja, aber nur bei unsynchronisierten Getrieben! Bei synchronisierten Getrieben unterbricht das Zwischenkuppeln hingegen den bereits eingeleiteten Synchronvorgang und sorgt so für verzögertes Einrasten des nächsten Ganges. Der Motor muss den verlorenen Schwung durch das Beschleunigen aus dem tiefsten Drehzahlkeller ausgleichen, und das ist - wie wir ja inzwischen wissen - alles

andere als ideal. Ein kurzer Gasstoß beim Runterschalten (auch hier ohne Zwischenkuppeln) erleichtert hingegen die Arbeit der Synchronringe. Grundsätzlich gilt: Kalte Synchrongetriebe langsam und mit sanftem Druck schalten.

Bei modernen Automobilen gelten übrigens ganz andere Maßstäbe als beim Oldtimer, wie die jüngste Generation von rechnergesteuerten Automatikgetrieben bei Mercedes-Benz beweist: Die Elektronik, die alle Daten i Motortemperatur bis zu den Vorlieb Fahrers erfasst, sorgt dafür, dass in der Warmlaufphase die Gänge höher ausgedreht werden als beim warmen Triebwerk! Das widerspricht zwar allen Erkenntnissen des Motorenbaus, bringt aber den Katalysator in Rekordzeit auf Betriebstemperatur! Das ist nicht mehr als konsequent - schließlich wird in Deutschland die Lebensdauer eines Automobils schon lange nicht mehr von der Haltbarkeit der Technik, sondern von den neuesten Steuerrichtlinien bestimmt...

Text: Heinz Stahl Fotos: Fricke/Stahl



Schwingungsbruch einer Kurbelwelle: Das Lager hat keinen hydrodynamischen Druck aufgebaut



Zahlreiche Kaltstarts sorgten für vorzeitigen Verschleiß dieser obenliegenden Nockenwelle



Pleuellagerschaden durch Öl-mangel: Hier rieb Metall auf Metall ohne erneute Ölzufuhr



Kalt erwischt: Kolben und Zylinder liefen hier dauerhaft unterhalb der Betriebstemperatur



Auch dieser Motor lief zu kalt: Ölschlamm an den Ventilstößeln war eine der sichtbaren Folgen



Rost und Schlamm im Wassermantel werden durch Luftblasen im Kühlsystem begünstigt