

Einlaufen eines Verbrennungsmotors

Tipps und Hinweise

Wer sich in der RC-Car-Szene umhört, wird zum Einlaufen eines Verbrennungsmotors sehr viele unterschiedliche Meinungen hören. Zudem widersprechen sich manchmal sogar die Anleitungen eines Motorenherstellers mit denen, die ein Importeur macht. Hier soll nun eine Methode besprochen werden, die sich in 30 Jahren RC-Car-Praxis bewährt hat und die sich auch mit dem, was diverse Motorenhersteller zu diesem Thema sagen, deckt.

Diese Meinungsvielfalt sorgt häufig dafür, dass gerade ein Neueinsteiger stark verunsichert wird und der Respekt vor diesem kleinen Triebwerk nahezu ins Unermessliche steigt. Das ist natürlich alles übertrieben, heutige Modellmotoren sind ziemlich robuste Triebwerke, die auch einiges vertragen. Wie bei jedem technischen Bauteil aber gibt es eben Grenzen;

und wenn man diese überschreitet sind Schäden nicht auszuschließen. Es fällt in diesem Zusammenhang durchaus auf, dass die eine oder andere Anleitung zum Einlaufen so „vorsichtig“ abgefasst ist, dass es da schon zu Motorschäden kommen kann, folgt man diesen Anleitungen wirklich.

Einlaufen, wozu?

Der Einlaufvorgang dient dazu, die Passungen im Motor, hier insbesondere zwischen Pleuel und Pleuellagern sowie zwischen Pleuellagern und Pleuellagern bzw. Pleuellagern und Pleuellagern, möglichst optimal aufeinander einzuschleifen. Diese Teile können nicht so exakt hergestellt werden, wie es nachher im Betrieb benötigt wird. Also werden diese Passungen minimal zu „eng“ hergestellt. Das Einlaufen dient dann dazu, dieses Übermaß abzuschleifen. Zudem laufen Passungen, die sich genau aufeinander eingestellt haben, wesentlich länger und zuverlässiger.

Vorbereitungen

Natürlich benötigen wir auch für den ersten Start alles Notwendige, damit der

Motor betrieben werden kann, also Glühkerzenakku mit Stecker, Sprit und einen Anlasser, sofern der Motor keinen Seilzugstarter besitzt. Da sich die ersten Startvorgänge bei einem neuen Motor manchmal etwas schwieriger gestalten, ist selbst bei einem Motor mit Seilzugstarter eine passende Startbox zum Anlassen durchaus angebracht, eventuell kann man sich diese ja mal bei einem Bekannten ausleihen.

Beim Sprit wird von manchen Herstellern ein spezieller Sprit mit einem höheren Ölanteil als normal und meist auch mit weniger Nitromethan zum Einlaufen empfohlen. Dies schadet zwar nicht, ist aber auch nicht notwendig. Der Motor kann ruhig mit dem Sprit einlaufen, der auch nachher im Betrieb verwendet wird. Dies

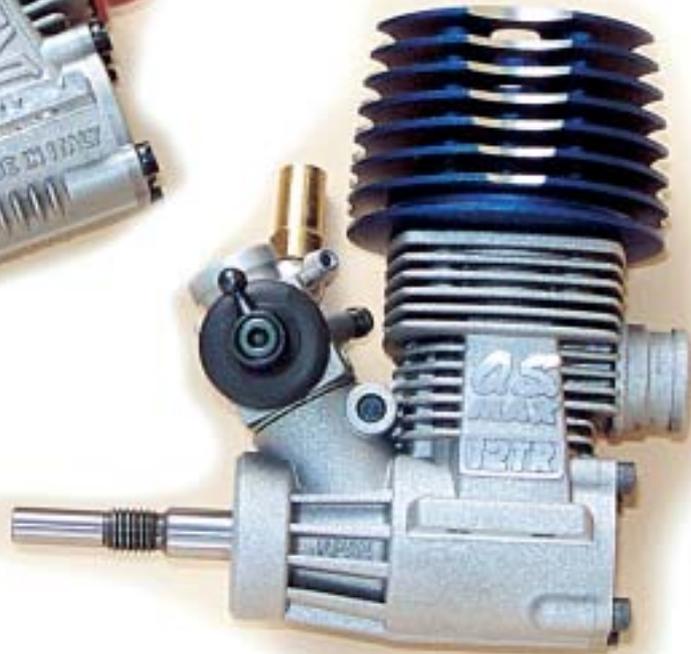
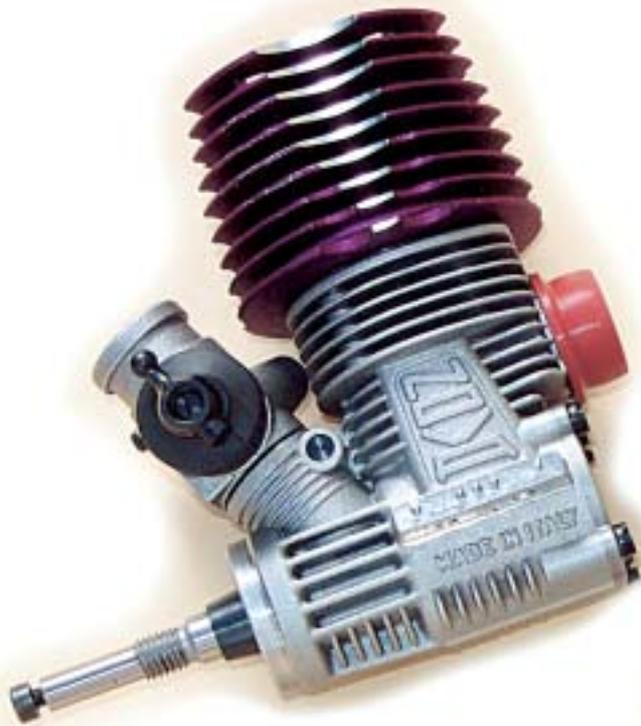


Für die Laufgarnitur ist das Einlaufen wichtig. Pleuel und Pleuellager passen sich dabei aufeinander an.



Auch das hochbelastete Lager zwischen Pleuel und Pleuellager passt sich beim Einlaufen an.

gilt zumindest, wenn ein üblicher RC-Car-Sprit mit mindestens 10 % Ölanteil und maximal 25 % Nitromethan verwendet wird (manche Motorenhersteller schreiben auch für den normalen Betrieb einen höheren Ölanteil vor, das ist natürlich einzuhalten). Wer diese Grenzen überschreitet, also im Wettbewerb noch weniger Öl bevorzugt oder zum Beispiel gerne 40 % Nitromethan verwendet, der sollte in der Tat einen speziellen Einlaufsprit verwenden. Aber das sind meist Experten und die wissen das selber.



Die folgende Beschreibung bezieht sich darauf, den Motor unter den Bedingungen einlaufen zu lassen, die nachher auch im normalen Betrieb herrschen. Der Motor ist also ganz normal ins Fahrzeug montiert. Wichtig ist hier noch, dass die Kupplung nach Herstellerangaben justiert worden ist, also nicht zu spät greift. Neue Motoren sind häufig auch in neuen Fahrzeugen eingebaut. Da sollte man sich vergewissern, dass der ganze Antrieb nicht zu hart läuft und dass ein eventuell vorhandenes Zweigang-Getriebe ebenfalls genau nach Herstellerangaben eingestellt ist.

Bei vielen Motoren ist der Vergaser von vorneherein auf eine Grundeinstellung zum Einlaufen eingestellt. Eine solche Einstellung wird natürlich nicht verändert. Ansonsten drehen wir die Hauptdüsenadel (auch als Gemischregulierung bezeichnet) 2,5 bis 3,5 Umdrehungen auf. Das Gleiche machen wir mit der Schraube für das Leerlaufgemisch (sofern der Vergaser eine solche hat). Dann kann es eigentlich schon zur Sache gehen, wobei die ersten Laufversuche nicht gerade bei eiskalten Lufttemperaturen erfolgen sollten. Bei Temperaturen um 0 Grad ist schon die Einstellung eines eingelaufenen Motors nicht ganz einfach. So 10 Grad Lufttemperatur sollten es zum Einlaufen lassen eines Motors schon sein.

1. Start

Ohne Sprit läuft kein Motor, also müssen wir erst einmal zusehen, dass der Motor auch Sprit hat. Wer ein Fahrzeug besitzt, dessen Tank eine Pumpe hat, kann sich glücklich schätzen. Ein paar Mal drücken auf den Pumpenknopf befördert den Sprit zum Vergaser. Ansonsten helfen ein paar Tropfen Sprit in den Vergaser oder auf den Luftfilter. Dann kann es zum Anlassen gehen. Dieses kann sich dann durchaus etwas schwierig gestalten ... sehr viele neue Motoren klemmen beim Durchdrehen sehr stark - so stark, dass es die Startbox nicht schafft, den Motor durchzudrehen. Hier gibt es aber ein paar Tricks, wobei natürlich in der Startbox nun nicht gerade die „ausgelutschtesten“ Akkus sein sollten, auch sollten sie natürlich wirklich voll geladen sein. Zum einen kann man den Zylinder des Motors von außen mit einem Fön erwärmen, zum anderen kann man die Kerze nur halb einschrauben. Hilfreich kann es auch sein, wenn

man die Startbox mit einem dicken Kabel direkt von einer Autobatterie versorgt. Wenn alles nichts nützt, hilft nur die Suche nach einer stärkeren Startbox ... Auf Rennstrecken finden sich durchaus Fahrer, die so richtig starke Boxen selber gebaut haben. Meist sind sie gerne bereit, mal kurz zu helfen. Diese Hilfe kann man gerne annehmen, ohne sich für die Zukunft Sorgen zu machen, denn derartige Schwierigkeiten treten nur beim ersten Startvorgang auf.

Der Motor ist nun also so weit, dass er sich vom Starter durchdrehen lässt. Nun kommt die Glühkerze drauf und der Motor sollte nun recht bald Zündungen von sich geben. In den seltensten Fällen läuft ein neuer Motor sofort konstant. Meist zündet er ein paar Mal, dreht sich eventuell auch aus eigener Kraft ein paar Sekunden und bleibt dann wieder stehen. Das ist völlig normal und der Startvorgang wird gleich wiederholt. Um den Motor am Leben zu erhalten ist es eventuell auch notwendig, etwas am Gashebel der Fern-

steuerung zu spielen, aber nur bis maximal 1/3 Gas. Bei dieser ganzen Prozedur wird der Motor auch wärmer, und wenn der Motor nur mit halb rausgedrehter Glühkerze zum Starten bewegt werden konnte, muss diese jetzt wieder festgezogen werden. Dann sollte der Motor nach ein paar weiteren Startvorgängen soweit sein, dass er zusammen mit Gasbewegungen am Leben erhalten werden kann. Ist dies nicht der Fall, ist er wohl viel zu fett eingestellt, die Hauptdüsennadel wird ca. 1/4 Umdrehung zugedreht und der Startvorgang wiederholt.

Der Motor wird jetzt ziemlich unruhig laufen, das kommt von der fetten Einstellung des Gemischs und soll auch so sein. Allerdings kann es selbst beim Einlaufen eine zu fette Einstellung geben, so dass der Motor nicht dauerhaft läuft. Das merkt man jetzt spätestens, wenn der Glühkerzenakku abgenommen wird. Geht der Motor selbst bei 1/3 Gas dabei aus, ist er wirklich zu fett. Die Hauptdüsennadel wird dann 1/8 Umdrehung reingedreht. Gegebenenfalls muss das wiederholt werden, solange bis der Motor mit etwas Gas sauber durchläuft.

Nun darf der Motor das Auto zum ersten Mal antreiben, das heißt, das Auto wird

niedrig, wird die Hauptdüsennadel 1/8 Umdrehung magerer gestellt. Dies wird so lange wiederholt, bis der Motor die notwendige Temperatur erreicht hat. Also immer ein bis zwei Runden fahren und dann die Temperatur kontrollieren.

Erreicht der Motor die gewünschte Temperatur, wird der Tank so leer gefahren, also immer schön das Gas zwischen Leerlauf und 1/3 Gas bewegen (langsam versteht sich, nicht schlagartig, denn der Motor darf jetzt noch nicht richtig gefordert werden). Wichtig sind beim Einlaufen permanente Drehzahlwechsel, aber dazu kommen wir gleich noch einmal. Danach wird dem Motor eine wirklich lange Abkühlungspause gegönnt, mindestens eine Stunde. Das ist wichtig, damit sich eventuell auftretende Spannungen im Metallgefüge der Motorenteile abbauen können.

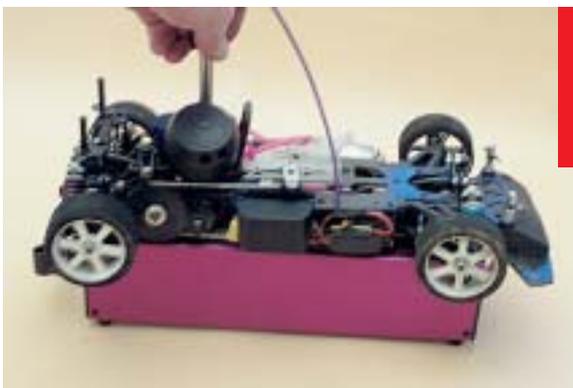
Weiteres Einlaufen

Die schwierigste Hürde ist nun schon geschafft. Bei den weiteren Starts sollte der Motor schon wesentlich leichter anspringen. Zum nächsten Startvorgang wird die Hauptdüsennadel schon mal 1/8 Umdrehung weiter zugedreht und das Fahrzeug ähnlich wie beim ersten Mal gefahren.

beachten (wie während des ganzen Einlaufvorganges!), dass der Motor niemals zu mager wird. Das heißt, bleibt er beim Gasgeben „weg“, er beschleunigt also nicht, sondern läuft quasi leer aus, sofort die Düsennadel 1/4 Umdrehung herausdrehen und dann auch für den restlichen Einlaufvorgang so belassen. So wird der Tank leer gefahren.

Es gibt nun durchaus einige RC-Car-Motortuner, die damit den Einlaufvorgang als beendet ansehen und anschließend den Motor voll fordern. So falsch ist das gar nicht, denn optimale Leistung entwickelt ein Motor immer dann, wenn er möglichst schnell, nachdem sich die Innereien angepasst haben, unter den Einsatzbedingungen betrieben wird. Es bleibt natürlich ein gewisses Restrisiko, dass sich im Innern des Motors noch nicht alles richtig angepasst hat, was dann doch noch zu einem Motorschaden führen kann. Aber gut, der Wettbewerb erfordert da eben durchaus optimale Ergebnisse, die nur so zu erreichen sind.

Wer nun etwas mehr Vorsicht walten lassen will, dreht die Hauptdüsennadel wieder 1/8 Umdrehung zu (wenn der Motor nicht schon wie oben geschildert zu mager eingestellt war) und wiederholt die letzte Prozedur. Das Ganze wird dann noch zwei bis drei Mal wiederholt, so dass der Motor insgesamt vier bis fünf Tanks gelaufen ist, was einer Gesamtlaufzeit von knapp einer Stunde entsprechen sollte, wobei die Düsennadel immer magerer gestellt wird. Wie gesagt, ist dabei wirklich zu vermeiden, dass der Motor irgendwann zu mager läuft. Wer die Temperatur des Motors kontrolliert, kann dabei die



Gerade für den ersten Start ist eine kräftige Startbox hilfreich.

Allerdings sollte darauf geachtet werden, dass der Motor jetzt auch schon mal auf höhere Drehzahlen kommt. Wohlgemerkt, Drehzahlen schon, aber nicht Leistungsabgabe.

ganz normal gefahren, aber nicht über 1/3 Vollgas hinaus und auch wird am Gas recht kräftig gepumpt, also immer wieder von Leerlauf auf 1/3 Gas und wieder zurück. So werden ein bis zwei Runden gefahren. Und jetzt kommt das Wichtigste: danach wird die Motortemperatur kontrolliert. Kann man nun den Kühlkopf immer noch problemlos anfassen ohne sich dabei die Finger zu verbrennen, dann läuft der Motor noch zu kalt. Steht ein Infrarot-Thermometer zur Verfügung, geht das einfacher: Die Temperatur an der Kerze wird gemessen und diese sollte mindestens 85 Grad betragen (aber auch nicht viel mehr, also max. 95 Grad!). Ist die Temperatur zu

Das bedeutet, dass der Gashebel am Sender immer schön langsam bewegt und nicht „schlagartig“ verändert wird. Und, wie schon erwähnt, sind permanente Drehzahlwechsel wichtig. Das wiederum bedeutet, dass der Motor langsam auf hohe Drehzahlen beschleunigt wird und dann aber gleich wieder mit dem Gas heruntergegangen wird, damit die Drehzahl wieder niedriger wird. Sollte dabei der Motor immer noch so fett eingestellt sein, dass er keine höheren Drehzahlen erreicht oder öfters ausgeht, wird die Hauptdüsennadel in Schritten von 1/8 Umdrehung zugedreht, bis er auch höhere Drehzahlen erreicht. Dabei ist aber zu



Einstellelemente bei einem No-varossi-Vergaser:
1 = Hauptdüsennadel
2 = Leerlauf-Gemischverstellung
3 = Leerlauf-Luftmenge

Temperatur an der Kerze langsam auf bis zu 120 Grad steigern.
Dann ist der Einlaufvorgang beendet. Die Laufgarnitur sollte beim Durchdrehen nur noch im oberen Totpunkt ganz leicht klemmen. Nun kann der Motor auf maximale Leistung eingestellt und auch richtig voll gefahren werden.

Schlussbemerkungen

Wichtig beim Einlaufen ist, dass der Motor immer schön auf Betriebstemperatur gehalten wird. Das kann normalerweise nur unter den üblichen Betriebsbedingungen geschehen. Dazu kommt, dass der Motor wirklich unter permanenten Drehzahlwechseln läuft. Nur so passen sich die Innereien den wirklichen Betriebsbedingungen, bei denen ja auch permanente Drehzahlwechsel vorherrschen, an. Vielfach wird davon gesprochen, dass man zum Einlaufen das Fahrzeug hochbocken und den Motor einige Tankfüllungen im Leerlauf laufen lassen sollte. Dabei bleibt der Motor viel zu kalt und der dann auftretende Verschleiß von Kolben und Laufbuchse ist enorm. Ein so eingelaufener Motor erreicht dann auf gar keinen Fall mehr seine normale Lebensdauer.

Auch wird er, weil sich die Laufgarnitur auf viel zu kalte Temperaturen eingestellt hat, niemals die Leistung erreichen, die er bei einem richtigen Einlaufen unter Betriebstemperatur abgeben könnte. Auch wird in einigen Anleitungen davon gesprochen, dass der Motor mehr als eine Stunde zum Einlaufen so fett eingestellt werden soll, dass er „viertaktet“, das heißt, er zündet quasi nur jede zweite Umdrehung. Zu hören ist das ganz deutlich an einem stotternden Lauf. Eine so fette Einstellung belastet Kugellager und Pleuel ganz enorm und es erscheint nicht verwunderlich, warum bei Motoren, die nach derartigen Anleitungen eingelaufen werden, recht häufig von Motorschäden in den ersten fünf Laufstunden berichtet wird.

Wer aber seinen Motor, wie hier oben geschildert, mit einer nur etwas fetten Einstellung einlaufen lässt, den Motor anfangs nicht zu stark hochdrehen lässt, ihn dann aber recht schnell wechselnden Drehzahlen bis hin zur Höchstdrehzahl aussetzt, dem Motor anfangs durch behutsame Gaswechsel nicht die volle Leistung abverlangt und weiterhin darauf achtet, dass er Betriebstemperatur beim Ein-



Temperaturmessung mit einem Infrarot-Thermometer: 57 °C, das ist auch fürs Einlaufen zu kalt.

laufen erreicht, wird lange Freude an seinem Triebwerk haben und auch die beste mögliche Leistung herausholen.

Heiner Martin