

Motorfibel

**Anleitung für den Betrieb von Glühzündermotoren in
RC Cars**

von

Florian Laux

Copyright: www.floshobbyshop.info 0163-6292178

Die in RC Cars verwendeten Verbrennungsmotoren sind zwar, verglichen mit ihren großen Brüdern, relativ einfach aufgebaut, bedürfen jedoch einer genauen Einstellung um in der jeweiligen Umgebung optimal zu laufen.

Was in unseren „großen“ Autos von der Fahrzeugelektronik geregelt wird, muss bei den „Kleinen“ jedes Mal manuell neu eingestellt werden.

Wie das geht, und wie man dabei Frust vermeidet, soll hier in möglichst einfacher Form erläutert werden.

Die hier erklärten Zusammenhänge gelten für alle Glühzündermotoren, jedoch beziehen sich die Einlauf und Einstellhinweise auf Buggymotoren, die im Vergleich zu Glattbahnmotoren eher in niedrigen Drehzahlbereichen bewegt werden.

Entscheidend für das optimale Laufverhalten des Motors ist der richtige Zündzeitpunkt des Gemisches, der von folgenden Parametern abhängt:

Sauerstoffgehalt der Luft

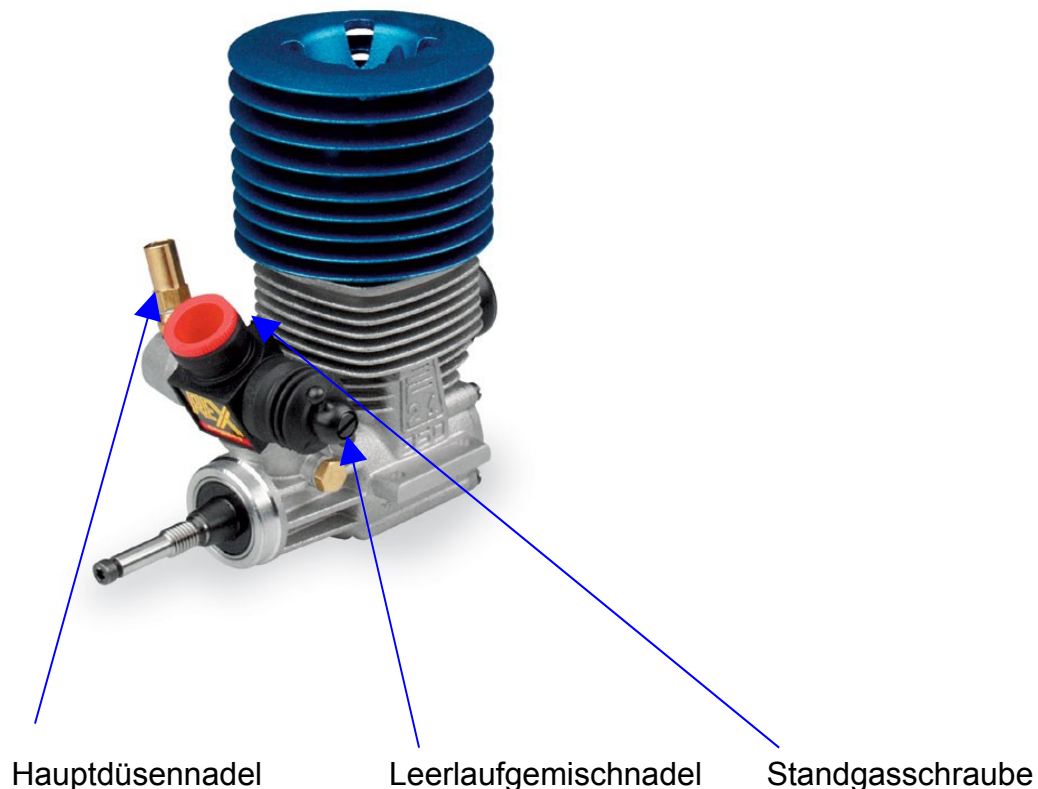
Temperaturwert der Glühkerze

Verdichtung

Gemischeinstellung

Nitrogehalt des Kraftstoffgemisches

Wie diese Parameter voneinander abhängen, und wie man eine optimale Motoreinstellung findet, soll nun hier geklärt werden.



Treibstoff

Die in RC Cars verwendeten Glühzündermotoren benötigen ein Treibstoffgemisch aus Methanol, Nitromethan und Öl.

Die jeweiligen prozentualen Zusammensetzungen unterscheiden sich bei den verschiedenen Herstellern.

In der Regel ist der Treibstoff wie folgt zusammengesetzt:

Methanol	60–70 %
Nitromethan	16–25 %
Öl	gesamt 10% (6,5% Rizinus; 3,5% Syntetic oder Vollsyntetik)

Je mehr Nitromethan ein Kraftstoff hat, desto mehr Sauerstoff kann der Treibstoff transportieren, verbessert damit die Zündfähigkeit des Gemisches und verlagert den Zündzeitpunkt nach vorne.

Sauerstoffgehalt der Luft

Abhängig von Außentemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit und Höhe über dem Meeresspiegel verändert sich der Sauerstoffgehalt in der Außenluft und beeinflusst damit die Zündfähigkeit des Gemisches.

Je mehr Sauerstoff sich in der Luft befindet, desto besser die Zündfähigkeit des Gemisches und umso früher der Zündzeitpunkt.

Zusammenfassung:

Höhe über Meeresspiegel: je höher, desto weniger Sauerstoff im Gemisch

Temperatur: je höher, desto weniger Sauerstoff im Gemisch

Luftdruck: je niedriger, desto weniger Sauerstoff im Gemisch

Glühkerze

Je heißer die Glühkerze ist, umso früher zündet das Gemisch.

(z.B. bei Novarossi Kerzen: 3,4,5, heiß; 6,7, mittel; 8,9, kalt)

(OS P4 mittel, P3 heiß)

Gemischeinstellung

Je magerer das Gemisch, umso früher zündet es. Allerdings nur bis zu einem gewissen Punkt. Irgendwann, wenn das Gemisch zu mager ist, wird der Motor mangels Brennstoff beim Gasgeben wegbleiben.

Kopfdichtung/Spaltmaß

Der wohl am wenigsten beachtete Punkt bei der Motoreinstellung ist die Verdichtung. Alle im Handel erhältlichen RC Car Verbrennungsmotoren können über verschieden starke Kopfdichtungen in ihrer Verdichtung eingestellt werden.

Entscheidend für die Messung der Verdichtung ist das Spaltmaß. Dies ist der Abstand zwischen dem Kolben im oberen Totpunkt und dem Brennraum.

In der Regel bewegt sich das Spaltmaß im Bereich von 3-9 Zehntel mm.

Die meisten Motoren haben serienmäßig 6/10 mm.

Je kleiner das Spaltmaß, desto höher ist die Verdichtung, und desto früher zündet das Gemisch.

Messung des Spaltmaßes

1. Brennraumhöhe messen:



2. Abstand Kolben in O.T. messen:



Spaltmaß = Kolben OT – Brennraumtiefe
(Bei Muldenkolben, höchster Punkt am Kolben)

Unbedingt abzuraten ist von der „Lötzinne Methode“, die sehr ungenau und risikoreich ist (Rückstände im Brennraum).

Seine optimale Leistung und Zuverlässigkeit erreicht jeder Modellmotor nur bei dem für seine Konfiguration (Steuerzeiten, Kanäle usw.) optimalen Zündzeitpunkt. Zündet der Motor früher, erhöht sich zwar die Leistung etwas, die Belastungen für Pleuel und Motorlager steigen jedoch stark an. Die Motortemperatur erhöht sich und das Leerlaufverhalten verschlechtert sich.

Zündet er etwas später, verliert er zwar ein wenig Leistung, ist aber einfacher einzustellen und wird nicht so stark belastet.

Da sich die Einsatzbedingungen (Wetter, Höhe, Temperatur und Luftfeuchtigkeit) ständig, ja sogar während eines einzelnen Renntages dauernd ändern, muss die Motoreinstellung permanent angepasst werden.

Aber keine Angst, wenn der Motor im Großen und Ganzen richtig eingestellt ist, reicht in der Regel eine kleine Korrektur an der Gemischschraube. Bzw., wenn auf einer anderen Höhe über dem Meeresspiegel gefahren wird, das Unterlegen oder Entfernen von Kopfdichtungsscheiben.

Als grober Anhaltspunkt können folgende Werte dienen:

Höhe: 0-150 Meter 7-8 Zehntel

150-400 Meter 6-7 Zehntel

350-800 Meter 5-6 Zehntel

Wichtigste Information hierzu liefert einem das Standgasverhalten des Motors, der sich natürlich in einem optimalen Zustand (intakte Kompression ect.) befinden muss. Läuft der Motor im Stand auf einer neuen Strecke nicht optimal, obwohl er vorher auf einer anderen Strecke ein gutes Standgas hatte, dann sollte man, ohne großartig den Motor zu verstellen, das Spaltmaß ändern.

Einlaufvorgang

Kein Thema wird so oft im Internet und an den Stammtischen diskutiert wie der Einlaufvorgang. Über nichts gibt es mehr unterschiedliche Meinungen und Anleitungen.

Eines haben alle diese „Rezepte“ gemeinsam – die meisten führen zum Ziel. Nur der Weg dahin ist eben oft unterschiedlich. Der hier beschriebene Einlaufvorgang ist mit Sicherheit einer der kürzesten Wege zu diesem Ziel.

Was passiert beim Einlaufen?

Jede Fertigung, auch die modernste, produziert mit Toleranzen. Diese liegen oft nur im 1/100 mm Bereich, haben aber zur Folge, dass alle Teile im Inneren eines Motors sich erst einmal aufeinander einschleifen müssen.

Der zweite wesentlich wichtigere Punkt ist das unterschiedliche Ausdehnungsverhalten der verwendeten Materialien bei Erwärmung. Die verschiedenen Bauteile im Motor dehnen sich unterschiedlich aus, was zu Verspannungen führt. Daher ist es wichtig den Motor über mehrere Temperaturbereiche ohne Vollast zu bewegen und danach immer wieder abkühlen zu lassen. Nur so können sich die verschiedenen Materialien aneinander anpassen.

Der dritte und wichtigste Punkt ist die Passung zwischen Kolben und Laufbuchse. Da unsere Motoren keine Kolbenringe besitzen, erfolgt die Abdichtung zwischen diesen beiden Bauteilen durch eine sehr enge Passung. Da diese Passung fertigungstechnisch nicht optimal produziert werden kann, muss sie sich beim Einlaufen einschleifen. Wichtig dabei ist, dass das Ganze bei Betriebstemperatur geschieht, da ja genau dann die Passung optimal sein muss. Daher nie zu kalt einlaufen lassen – Temperatur an der Kerze muss mind. 80 Grad Celsius haben.

Der erste Start

Bevor ein neuer Motor in das RC Car eingebaut werden kann, sollte man den hinteren Gehäusedeckel entfernen und prüfen, ob sich evtl. Fertigungsrückstände in Form von Spänen im Inneren des Motors befinden. Trotz modernster Fertigung und Sorgfalt bei der Montage kommt das leider immer wieder vor. Sollten sich Späne im Inneren befinden, einfach etwas Kraftstoff von der Vergaserseite her ausspülen.

Da, wie schon oben beschrieben, die Passung zwischen Kolben und Buchse klemmend ausgelegt ist, empfiehlt es sich vor dem ersten Start den Zylinderkopf mit einem Föhn oder ähnlichem zu erwärmen, um unnötige Startschwierigkeiten und hohe Belastungen des Pleuels zu vermeiden. Ideal ist ein Wert um die 60 Grad an der Kerze gemessen.

Einlaufphase

Wir unterteilen den Einlaufvorgang in 4 Abschnitte:

1. Phase:

Den ersten Tank lassen wir den Motor auf der Startbox in Leerlaufdrehzahl laufen. Dabei ist lediglich darauf zu achten, dass er nicht ausgeht (evtl. Standgasschraube etwas hineindreher) und dass er in etwa Betriebstemperatur erreicht. Wenn nötig decken wir dazu den Kopf mit einem Lappen ab.

Ist der erste Tank durchgelaufen, heben wir das Fahrzeug an, so dass der Auslass des Motors nach unten zeigt. Dabei drehen wir die Schwungscheibe leicht hin und her. Damit stellen wir sicher, dass sich der Kolben in UT befindet und noch evtl. im Brennraum befindlicher Kraftstoff durch den Krümmer entweichen kann.

Nun drehen wir das Fzg. seitlich, so dass das Resorohr mit dem Auslass nach unten zeigt. So kann das Öl aus dem Krümmer über das Resorohr abfließen.

Nun muss der Motor komplett abkühlen - aber bitte nicht bis zum nächsten Tag - Korrosionsgefahr.

2. Phase:

Den nächsten Tank fahren wir schon. Am Besten auf einer großen freien Fläche. Dabei ist es wichtig den Motor immer wieder mit kurzen sanften Gasstößen in **untere und mittlere Drehzahlbereiche** und dann wieder in den Leerlauf zu bringen. Wenn der Motor einigermaßen gut läuft, behalten wir die Vergasereinstellung bei. Wenn nicht, drehen wir die Hauptnadel etwas zu. Solange bis der Motor einigermaßen Gas annimmt.

Ist der 2. Tank durchgelaufen bringen wir wieder wie oben den Kolben in UT und lassen den überschüssigen Kraftstoff abfließen.

Danach den Motor komplett abkühlen lassen.

3. Phase:

Nun sollten noch weitere 3- 4 Tanks gefahren werden. Dabei ist wichtig, dass jedes Mal die Drehzahl etwas erhöht wird und der Motor nach jedem Tank gut abkühlen kann. Dauervollgas ist aber auf jeden Fall zu vermeiden.

Es ist jetzt wahrscheinlich notwendig das Gemisch von Mal zu Mal etwas abzumagern.

Fertig!

Ja, das war`s. Mehr ist wirklich nicht nötig. Diese Prozedur kann notfalls auch auf einem Rennen erfolgen. Man kann die letzten 3 „Einfahrtanks“ auch auf der Strecke im Training fahren, ohne die Anderen allzu sehr zu behindern.

Einstellung

Auf der Startbox

Ist der Motor eingelaufen, können wir uns an die richtige Einstellung machen. Als erstes erfolgt die Grundeinstellung auf der Startbox.

Alle Einstellungen müssen bei Betriebstemperatur erfolgen. Es ist also notwendig den Motor erst einmal warmlaufen zu lassen. Dies geschieht in Leerlaufdrehzahl. Ist der Motor handwarm, bringen wir ihn mit kurzen Gasstößen auf Betriebstemperatur. Ist diese erreicht (ca. 100 Grad an der Kerze) geben wir kurz hintereinander immer wieder Vollgas und beobachten das Beschleunigungsverhalten. Der Motor muss ohne zu stottern hochdrehen. Stottert er und erreicht dann erst hohe Drehzahlen muss die Hauptnadel weiter zuge dreht werden. Dies kann in $\frac{1}{4}$ Umdrehungen geschehen. Dazwischen immer wieder kurz hintereinander Vollgas geben. Diese Prozedur wiederholen wir so lange, bis der Motor auf Grund eines zu mageren Gemisches beim Gasgeben wegbleibt. Ist dieser Punkt erreicht drehen wir die Hauptnadel wieder ca. eine $\frac{1}{2}$ Umdrehung auf. Nun ist die Hauptdüsenadel zu 90% eingestellt.

Als nächstes stellen wir mit der Standgasschraube den Leerlauf ein.

Dazu wird wieder kurz hintereinander Vollgas gegeben und das anschließende Abfallen in den Leerlauf beobachtet. Der Motor muss sofort in einen niedrigen und gleichmäßigen Leerlauf fallen. Dazu drehen wir die Standgasschraube so lange raus, bis der Motor ohne „nachzulaufen“ einen niedrigen Leerlauf erreicht. Es ist dabei wichtig zwischen den Einstellungen immer wieder 2-3 Mal Vollgas zu geben um das Ergebnis nicht durch evtl. im Kurbelgehäuse angesammelten Kraftstoff zu verfälschen.

Als letztes wird das Leerlaufgemisch eingestellt.

Auch dazu wird der Motor immer wieder kurz auf Höchstdrehzahl gebracht und danach das Leerlaufverhalten beobachtet.

Die vorher eingestellte Leerlaufdrehzahl muss für ca. 10 Sekunden konstant bleiben und danach langsam abfallen bis der Motor schließlich auf Grund des im Kurbelgehäuse angesammelten Sprits ausgeht. Es gibt bei unseren Wettbewerbsmotoren keine Pokale für langes konstantes Leerlaufverhalten. Ein längerer konstanter Leerlauf als die beschriebenen 10 Sekunden deutet immer auf ein zu mageres Leerlaufgemisch hin. Auf der Strecke wird der Motor dann im unteren Bereich zu mager laufen und neben schlechterer Beschleunigung auch zu heiß werden.

Läuft der Motor länger als 10 sec. mit konstanter Drehzahl oder erhöht er die Drehzahl nach ein paar Sekunden ist das Leerlaufgemisch zu mager. Nun müssen wir die Leerlaufgemischschraube in $\frac{1}{8}$ Schritten herausdrehen solange bis der Motor nach Vollgas 10 Sekunden im Leerlauf gleichmäßig läuft.

Fällt die Drehzahl kurz nach Erreichen des Leerlaufs merklich ab, ist das Leerlaufgemisch zu fett. Jetzt drehen wir die Leerlaufgemischschraube in $\frac{1}{8}$ Schritten zu, bis wir das gewünschte Ergebnis erreicht haben.

Ist ein konstanter Leerlauf mit dieser Methode nicht zu erreichen, müssen wir mit der Kopfdichtung experimentieren.

Sollte der Motor nach Vollgas immer wieder mit erhöhter Leerlaufdrehzahl nachlaufen und erst dann in den Leerlauf fallen, muss das Spaltmaß geändert werden.

Für den Anfang genügen 1/10 mm, die entnommen oder untergelegt werden müssen. Danach muss der gesamte Einstellvorgang wiederholt werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass nichts so sehr das Leerlaufverhalten beeinflusst wie das Spaltmaß.

Vor allem, wenn sich die Höhe über dem Meeresspiegel ändert, ist es in 90% der Fälle nötig das Spaltmaß zu ändern.

Je höher desto weniger Scheiben, je niedriger umso mehr.
Experimentieren lohnt sich da in jedem Fall.

Der Einstellvorgang auf der Startbox ist hiermit abgeschlossen und ist mit ein wenig Übung in 5 Minuten erledigt. Muss es einmal schnell gehen, kann man damit auch in einem Vorlauf oder Finallauf an den Start gehen.

Eine 100% ige Einstellung erreicht man aber erst auf der Strecke.

Einstellung auf der Strecke

Hierzu ist notwendig, das Fahrverhalten und den Leerlauf zu beobachten.

Meist sind es nur noch kleine Korrekturen, die auf der Strecke vorgenommen werden müssen.

Wichtig ist, dass das Fahrzeug sauber beschleunigt, beim Anbremsen vor Kurven ohne Nachzulaufen in den Leerlauf fällt und beim Tanken nicht ausgeht.

Auch hier wird in der oben beschriebenen Reihenfolge vorgegangen.

Dazwischen immer wieder ein paar Runden fahren und das Ergebnis beobachten.

Motortemperatur

Wenn man einen Blick in die Boxengassen wirft, stellt man immer wieder fest, dass viele ihren Motor auf eine bestimmte Temperatur einstellen – dies ist so mit Sicherheit falsch.

Es spielen bei der Motortemperatur so viele Parameter eine Rolle, dass es unmöglich ist, zu sagen, bei welcher Temperatur ein Motor optimal läuft. Hinzu kommt, dass die Messgenauigkeit der meisten Thermometer stark zu wünschen übrig lässt.

Das einzige Thermometer, das wirklich genau ist ist von Exergen und kostet ca. 400,- Euro.

Alle anderen sind eigentlich nicht zu gebrauchen.

Wichtig ist, dass der Motor sauber läuft und seine Leistung optimal abgibt.

Glühkerzenwahl

Wie Anfangs schon erwähnt, hat die Wahl der Glühkerze einen großen Einfluss auf den Zündzeitpunkt des Gemisches.

Eine kalte Kerze zündet das Gemisch später, eine heiße früher. Daher sollte bei hohen Temperaturen eher eine heiße Kerze gefahren werden und bei niedrigen eher eine kalte.

In der Regel benötigt man ein Kerzensortiment von 3 verschiedenen Temperaturbereichen.

Die vom Hersteller empfohlene, eine heißere und eine kältere Kerze.

Da die Kerzen einem natürlichen Verschleiß ausgesetzt sind, empfiehlt es sich außerdem immer einen kleinen Vorrat dabei zu haben.

Kerzenbild

Auch das Erscheinungsbild der Glühkerze das sog. Kerzenbild gibt Auskunft über die Motoreinstellung – ideal ist eine silbrig glänzende Wendel, die nicht hineingedrückt oder anderweitig verformt ist.

Ist die Kerze deformiert, ist die Verdichtung zu hoch – ist sie grau/matt, dann ist das Gemisch zu mager.

Krümmerlänge

Durch die Verwendung von verschieden langen Krümmern kann das Leistungsverhalten des Motors verändert werden, ohne dass die Motoreinstellung und Untersetzung des Fzg. geändert werden müssen.

Langer Krümmer: mehr Drehmoment – weniger Höchstgeschwindigkeit

Kürzerer Krümmer: weniger Drehmoment – mehr Höchstgeschwindigkeit

Zusammenfassung

Komme ich an eine neue Strecke ist also in folgender Reihenfolge vorzugehen:

1. Höhe über Meeresspiegel einschätzen – evtl. Spaltmaß erhöhen oder senken
2. Hauptdüsenadel auf der Startbox einstellen
3. Standgas einstellen
4. Leerlaufgemisch einstellen
5. Fahrttest mit abschließenden Korrekturen

Da sich das Wetter im Laufe eines Tages immer ein wenig ändert sind kleine Korrekturen von Zeit zu Zeit nötig.

Ganz wichtig, weil immer wieder zu beobachten:

Am Nachmittag zur Zeit der Finale eines Renntages, besonders im Sommer, gibt es übermäßig viele „Motor aus“. Der Grund hierfür ist die gestiegene Temperatur und damit verbunden der geringe Sauerstoff Anteil in der Luft.

Vor den Finalen ist es also sehr wichtig das Gemisch den neuen Verhältnissen anzupassen.

Ist es sehr heiß, sollte man eine heißere Kerze fahren, da diese das sauerstoffarme Gemisch besser zünden kann. Auch kann man das Standgas leicht anheben, und das Gemisch etwas abmagern. Am Besten ist in diesem Fall aber eine etwas heißere Kerze.

Pflege/Wartung:

Damit unsere Modellmotoren eine lange Lebensdauer erreichen, ist es unbedingt nötig den Motor nach jedem Einsatz entsprechend zu überprüfen und zu pflegen. Neben der regelmäßigen Reinigung sind im Besonderen die folgenden Punkte zu beachten:

Luftfilter

Dass ein sauberer, frisch geölter Luftfilter für unsere Motoren lebenswichtig ist, versteht sich von selbst. Lieber einmal zuviel als zuwenig wechseln und immer einen hochwertigen Kabelbinder (mit Metalllasche) zur Sicherung verwenden.

Kraftstoffsystem

Nach jedem Renn – oder Trainingstag ist es unbedingt erforderlich das Kraftstoffsystem völlig zu entleeren, da sich, wenn Treibstoff im System verbleibt, dieser verharzen und somit den Sinterfilter im Tank oder die Spritschläuche verstopfen kann.

Weiterhin sollten auch alle Schläuche auf Beschädigungen untersucht und ggf. getauscht werden.

Als letztes überprüfen wir den Tank auf Partikel im Inneren und Beschädigungen.

Afterrunöl

Für die Konservierung im Motorinneren bei Treibstoffen mit Rizinusanteil empfiehlt sich die Verwendung von Afterrunöl.

Dieses wird bei abgezogenen Luftfilter in den Vergaser eingebracht und danach der Motor, bei etwas gelockerter Glühkerze, auf der Startbox kurz durchgedreht.

Allgemeine Hinweise

Beachten wir alle hier gemachten Hinweise, sollte dem reibungslosen Betrieb unseres Modellmotors nichts mehr im Wege stehen.

Wir weisen aber nochmals ausdrücklich darauf hin, dass es sich bei der von uns beschriebenen Vorgehensweise nur um einen von vielen Wegen zum Ziel handelt.

Wir sind aber der Auffassung, dass dieser Weg der schnellste und unproblematischste ist.

Sollte man sich einmal im Einstellchaos verlieren, empfiehlt es sich immer wieder den Zündzeitpunkt des Gemisches in den Mittelpunkt der Überlegungen zu stellen. Dies ist der Schlüssel um den sich alles dreht.

Vorraussetzung für ein optimales Laufverhalten ist natürlich auch ein optimaler Zustand des Fahrzeuges, im Besonderen des Antriebs (Kupplung ect.).

Florian Laux

www.floshobbyshop.info

Wir danken den Firmen SMI Motorsport und MH Motortuning, ihrem Partner für individuelles Motortuning und Instandsetzung für die Unterstützung bei der Erstellung dieses Leitfadens.

Haftungsausschluß:

Flo`s Hobbyshop übernimmt keinerlei Haftung für evtl. Schäden an Modellmotoren, die anhand dieses Leitfadens eingestellt und betrieben wurden.