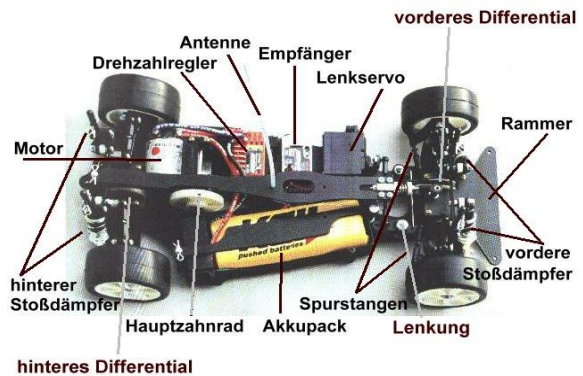


Rc Car - Handbuch

1. Warum das ganze ?!?

2. Die verschiedenen Teile eines Modellautos

[Karosserie](#)
[Chassis](#)
[Die Fernsteuerung](#)
[Empfänger](#)
[Servo](#)
[Fahrtenregler](#)
[Der Antrieb](#)
[Elektro Rennmotoren \(Brush\)](#)
[Brushless Motoren](#)
[Die Radaufhängung](#)
[Der Stoßdämpfer](#)
[Der Fahrakku](#)



3. Alles über Akkus/Ladegeräte

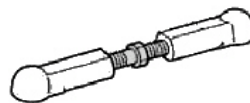
[Ladegerät](#)
[Ladeverfahren](#)
[Entladen](#)
[Gedächtniseffekt \(Memory Effekt und Lazy Battery\)](#)
[NiCd Akkus laden, entladen und lagern](#)
[NiMH Akkus laden, entladen und lagern](#)



4. Ladezeit richtig berechnen

5. Tuning

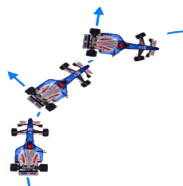
[Kugellager](#)
[Übersetzung](#)
[Stoßdämpfer](#)
[Einstellbares Fahrwerk](#)
[Reifen](#)
[Motor](#)
[Akku](#)
[Gewichtsreduzierung](#)



5. Geschwindigkeit berechnen

6. Eigenlenkverhalten ermitteln und abstimmen

[Eigenlenkverhalten abstimmen](#)
[Untersteuern](#)
[Übersteuern](#)



7. Fahrwerkseinstellung

[Gewichtsverteilung auf den Rädern](#)

[Flügel und Spoiler](#)

[Stoßdämpfer und Federn](#)

[Stoßdämpferposition](#)

[Bodenfreiheit](#)

[Nachlaufwinkel](#)

[Spur](#)

[Sturz](#)

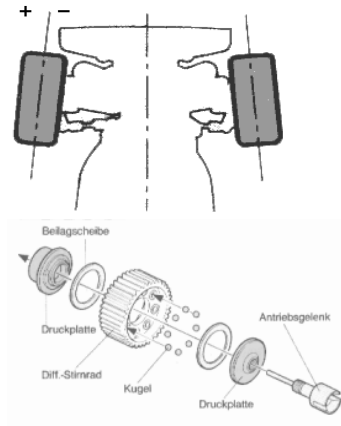
[Radstand und Spur](#)

[Getriebe](#)

[Kegelrad Differential](#)

[Kugeldifferential](#)

[Freilaufdifferentiale](#)



8. Reifen Die Qual der Wahl

[Hohlkammerreifen](#)

[Moosgummireifen](#)

[Reifeneinlagen](#)

[Reifen von der Felge lösen](#)



9. Fahren auf der Strecke

[Die Kurventechniken](#)

[Fortschrittliche Kurventechniken](#)

[Gewichtsverlagerung bei](#)

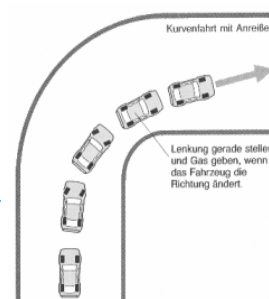
[Kurvenfahrten](#)

[Start](#)

[Besetzen und halten der deallinie in Kurven](#)

[Wie man andere Überholt](#)

[Streckenvorschläge](#)



[Version dieses Handbuches](#)

Warum das ganze ?!?

Ich hab im Internet immer mal wieder Tipps und Trick gefunden die ich ganz nützlich fand. Nach einer Weile hatte ich dann so viele verschiedene Internetseiten gespeichert gehabt das ich den Überblick verloren habe. Deswegen hab ich mir die Mühe gemacht und alles zusammengefasst und diese Dokument erstellt. Es soll helfen und Tipps geben speziell für den Bereich 1:10 Rc Cars Onroad, allerdings sind einige Tipps auch für andere Rc-Bereiche sehr Hilfreich. Solltet Ihr noch Tipps haben, wenn Ihr Rechtschreibfehler oder Inhaltlichen Fehlern gefunden habt, dann meldet euch einfach bei mir, dann kann ich sie beseitigen. Ich werde dieses Handbuch in regelmäßigen Abständen erneuern und diese neue [Version des Handbuches](#) auf meiner Internetseite anbieten.

karsten-doering.de.vu

Quellen:

lrp.de

graupner.de

tamiya.com

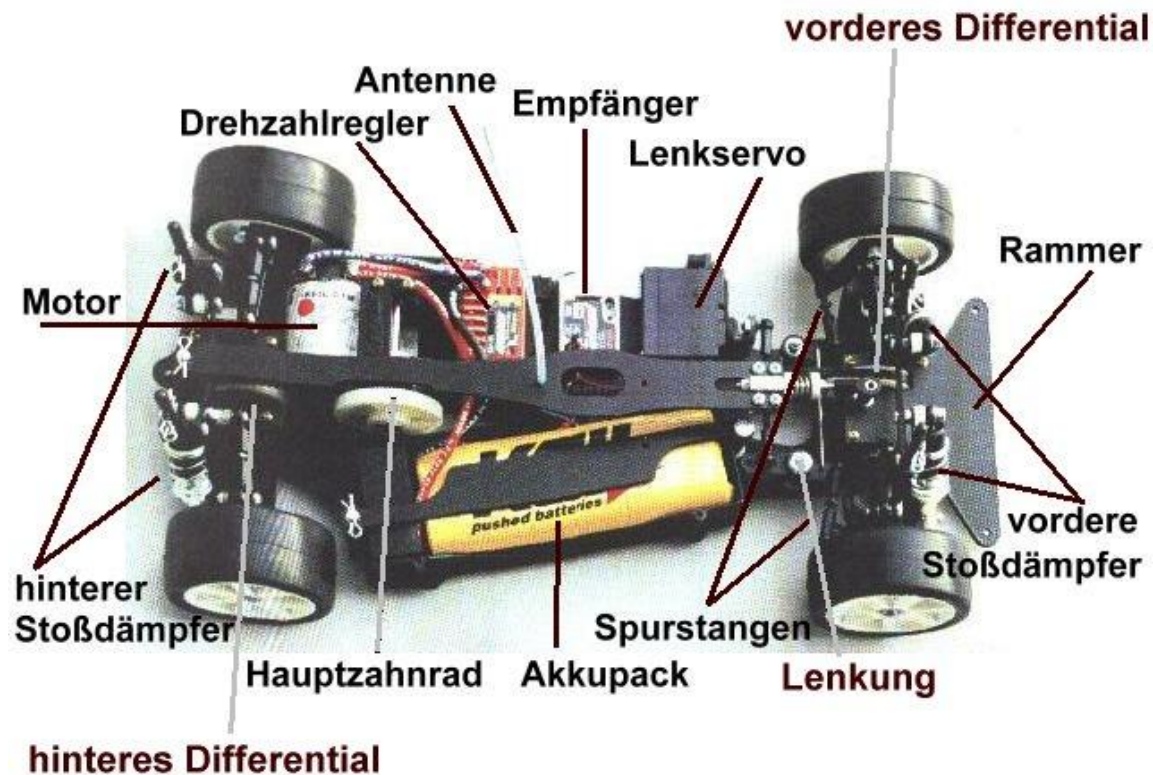
rcworld.ch

rc-car-berlin.de

schitho.net

Die verschiedenen Teile eines Modellautos

Damit man sich über Modellautos unterhalten kann, ist es von Vorteil, einige Fachbegriffe zu kennen. Deshalb erläutere ich hier die wichtigsten Begriffe und gebe einige Informationen dazu.



Karosserie

Die Karosserie ist wohl allen bekannt. Sie verleiht dem Fahrzeug das schöne Aussehen. Im Modellbau besteht diese aus Lexan (Polycarbonat). Das ist ein transparenter, glänziger Kunststoff, der sehr flexibel ist. Es kann nämlich vorkommen, dass der Pilot einen Fahrfehler macht und mit seinem Fahrzeug in eine Mauer fährt. Wäre die Karosserie sehr hart, würde sie zerbrechen. Lexan jedoch gibt nach und verhindert so in den meisten Fällen einen Defekt. Wenn man eine neue Karosserie kauft, muss sie zuerst noch bemalt werden. Damit ein schöner Glanz entsteht und die Farbe bei Unfällen nicht abgekratzt wird, trägt man die Farbe auf der Innenseite auf. Zum besprühen verwendet man spezielle Lexan Farbe die bei einem Zusammenstoß nicht abblättert.

Trotzdem spielt die Aerodynamik auch beim Modellauto eine Rolle. Schließlich erreichen die Autos eine Spitzengeschwindigkeit von deutlich über 40 km/h (und das bei extremer Beschleunigung!). Sehr gut sind die Protoform-Karosserien, da diese speziell auf Anpressdruck ausgelegt sind. Die Protoform Karosserien sind bei den meisten Fahrern die erste Wahl. Mehr zum Thema Aerodynamik finden Sie in diesem Handbuch im Bereich [Fahrwerkseinstellung](#).

Chassis

Das Chassis ist das eigentliche Fahrwerk ohne Karosserie. Es gibt verschiedene Bauweisen: Sandwich Bauweise und Wannenbauweise. Eine Sandwich Konstruktion hat eine Grundplatte (meist aus Fiberglas oder Kohlefaser) und eine Radioplatte, auch Oberdeck genannt.

Bei einer Wannenkonstruktion ist keine Radioplatte erforderlich. Eine Wanne (aus Kunststoff, meist Mischungen aus verschiedenen Materialien, um gute Steifigkeit zu erreichen) nimmt die ganze Elektronik auf.

Die Formel 1, PRO10 und 1:12er Fahrzeuge haben meist nur eine Grundplatte, worauf dann die Elektronik platziert wird. Die Off-Road Fahrzeuge sind praktisch immer in Wannenbauweise konstruiert.



Wannenchassie



Sandwichchassie

Die Fernsteuerung

Zum Betrieb eines Rc Cars kommen Digitale Proportional Anlagen mit 2 Kanälen zum Einsatz. Der eine Kanal dient zum Beschleunigen/Bremsen/Rückwärtsfahren und der zweite Kanal wird für die Lenkung benötigt. Eine Fernsteuerungsanlage besteht aus einem Sender, mit dem sie das Fahrzeug dirigieren und einem Empfänger welcher auf dem Rc Car montiert ist. Der Sender überträgt die Funksignale an den Empfänger welcher diese Signale an die Servos weitergibt, welche diese Signale in eine mechanische Bewegung umwandeln. Früher wurden nur Knüppelsteuerungen verwendet. Heute werden im Rc Car Bereich Pistolensteuerungen bevorzugt. Sie haben ein praktisches Steuerrad, welches runderes und präziseres Fahren ermöglichen soll. Es gibt aber auch viele Spitzenfahrer, die noch mit dem Knüppelsystem fahren. Die austauschbaren Quarze im Sender und Empfänger bestimmen dabei die Frequenz als auch den Kanal, auf dem gesendet wird. Es versteht sich von selbst, daß alle Fahrer die zusammen fahren wollen, unterschiedliche Kanäle verwenden müssen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen 27 MHz (Megahertz) und 40 MHz-Sendern im Rc Car Bereich. Funktionieren tun beide Systeme gleich gut. Im 27 MHz Bereich ist die Wahrscheinlichkeit aber höher von einem benachbarten CB-Funker oder einem Ferngesteuerten Spielzeug "gestört" zu werden, da hier teilweise dieselben Frequenzen benutzt werden. Eine Übersicht über die Frequenzen und Kanäle erhalten sie [Hier](#).

Unabhängig von der Frequenz unterscheiden sich die Fernsteuerungen noch in Ihrer Art der Frequenzmodulation. Zum einen gibt es die "AM" Anlagen (Amplitudenmodulation) und die "FM"-Anlagen (Frequenzmodulation). Ohne hier zu sehr ins Detail zu gehen, kann man aber sagen, daß die FM-Anlagen um einiges störunanfälliger sind.

Empfänger

Der Empfänger nimmt die Signale der Fernsteuerung auf und gibt sie an das Servo und den Fahrtenregler weiter. Unterschiede gibt es vor allem in der Größe. Zudem gibt es verschiedene Übertragungssysteme (AM und FM) und Frequenzen (im 27 MHz-Bereich und im 40MHz-Bereich), welche auch die dazugehörigen Empfänger erfordern.

Servo

Das Servo setzt die Steuerbefehle des Senders in proportionale Bewegungen um. In der Praxis zeigen sich die Qualitätsunterschiede in der Geschwindigkeit, der Kraft und der Qualität des Getriebes. Zum Anfang genügt sicher ein Standardservo, so wie es oft auch mit der Rc Anlage mitgeliefert wird. Mit steigenden Anforderungen und höherer Leistung des Rennfahrzeugs sollte man auch das Lenkservo anpassen.

Je teurer das Servo, desto schneller ist die Stellgeschwindigkeit (also die Zeit die das Servo bis zum Erreichen eines bestimmten Winkels benötigt), desto größer ist die Stellkraft, und desto besser ist das Getriebe (Metallgetriebe,

kugelgelagert). Die Stellkraft wird meist in Ncm angegeben. Ein Servo mit einer Stellkraft von 40 Ncm kann damit an einem 1cm langen Ruderhorn die Kraft von 40N oder besser 4kg ausüben, oder 2 kg an einem 2 cm langen Ruderhorn.

Fahrtenregler

In den zweiten Empfängerkanal wird der elektronische Drehzahlregler (oder auch Fahrtenregler) gesteckt. Bei techn. einfacheren Modellen kann hier auch eine mechanische, von einem zweiten Servo angesteuerte, Drehzahlregelung verwendet werden. Diese sind aber meist nur für die relativ leistungsschwachen, dem Modell beiliegenden Motoren geeignet. Dieser Regler hat drei Stufen für die Vorwärts- und drei für die Rückwärtsfahrt. Dabei wird immer gleichviel Strom gebraucht, auch wenn langsam gefahren wird. Der überflüssige Strom wird nämlich einfach in Wärme umgewandelt. Natürlich ist dies nicht optimal. Deshalb werden heute meist elektronische Fahrtenregler eingesetzt, da die Verwendung eines leistungsstarken Rennmotors mit einem mechanischen Regler oft zur Überhitzung und damit zur Zerstörung des Reglers führt.

Bevor man also über eine stärkere Motorisierung nachdenkt, sollte man zunächst in einen elektronischen Regler investieren.

Jedoch sollte man sich überlegen:

Soll das Modell rückwärts fahren können ?!?

Welchen Motor mit wievielen Windungen werde ich voraussichtlich verwenden ?!?

Wieviel Geld darf der Regler maximal kosten ?!?

In den meisten Rennfahrzeugen werden reine Vorwärts-Regler eingesetzt, da diese in der Regel leistungstärker und zuverlässiger sind. Auch das Motorlimit des Reglers ist entscheidend denn zb. ein Regler mit 18 Turn Limit darf nur mit Motoren mit MEHR als 18 Turn gefahren werden, zb. 19 x 2, 27 x 1,..... jedoch nicht darunter !!!



Teurere elektronische Regler können heute aber oft noch viel mehr, als einfach nur Gas zu geben und zu bremsen. Manche Regler lassen sich sogar programmieren. Man kann sich z.B. eine automatische Bremsfunktion bei Leerlauf einprogrammieren, eine ABS-Bremse oder sogar über eine elektronische Traktionskontrolle.

Wichtig ist jedoch auch das man keine zu lange [Übersetzung](#) wählt, weil der Motor dann zu sehr von der Last gebremst wird und somit noch mehr Strom benötigt als der Regler abgeben kann. Am besten ist es, wenn man beim Kauf eines Regler zu einem Produkt greift, das noch eine kleine Reserve zu dem genutzten Motor hat. Dh. wenn man einen Motor mit 18 Turn´s fährt, man einen Regler mit einem 16 Turn Limit kauft. Zu empfehlende Regler sind Regler der Marken LRP (fahr ich selber und bin mehr als zufrieden damit) und GM.

Der Antrieb

Es gibt 2 Grundlegende Antriebskonzepte: Zweirad Antrieb (2Wheel Drive) und Allrad Antrieb (4 Wheel Drive). Viele Off-Roader, Formel 1, PRO10 und 1:12er Fahrzeuge haben einen 2WD Hinterradantrieb. Die Offroader setzen ein kleines Getriebe zur Kraftübertragung ein, die Onroader haben dagegen nur zwei Zahnräder (eines am Motor, das Ritzel, und eines an der Hauptachse, das Hauptzahnrad).

Beim Allrad Antrieb gibt es 2 verschiedene Systeme: Zahnriemenantrieb - und Kardanantrieb.

Beim Zahnriemenantrieb sitzt der Motor allgemein quer zur Fahrtrichtung wobei der Motor die Kraft über ein Ritzel und Hauptzahnrad auf einen Riemen der nach vorne und ein zweiter der nach hinten führt überträgt. Da dieses System mit vergleichsweise weniger Zahnrädern auskommt ist der Wirkungsgrad etwas höher, da weniger Motorleistung durch Reibung verloren geht. Allerdings ist der Zahnriemen sehr schmutz empfindlich und durch kleine Steinchen und Sand kann der Riemen schnell kaputt gehen. Deshalb sollten Rc Cars mit Riemenantrieb nur auf möglichst sauberen Plätzen bzw Hallen betrieben werden.

Beim Kardanantrieb ist der Motor meist längs zur Fahrtrichtung eingebaut und die Kraft wird mit Hilfe einer Kardanwelle an das vordere und hintere Getriebe geleitet. Nachteil ist das durch die Winkelgeriebe an Vorder und Hinterachse etwas Kraftverlust entsteht, welcher aber bei modernen Modellen minimal ist.

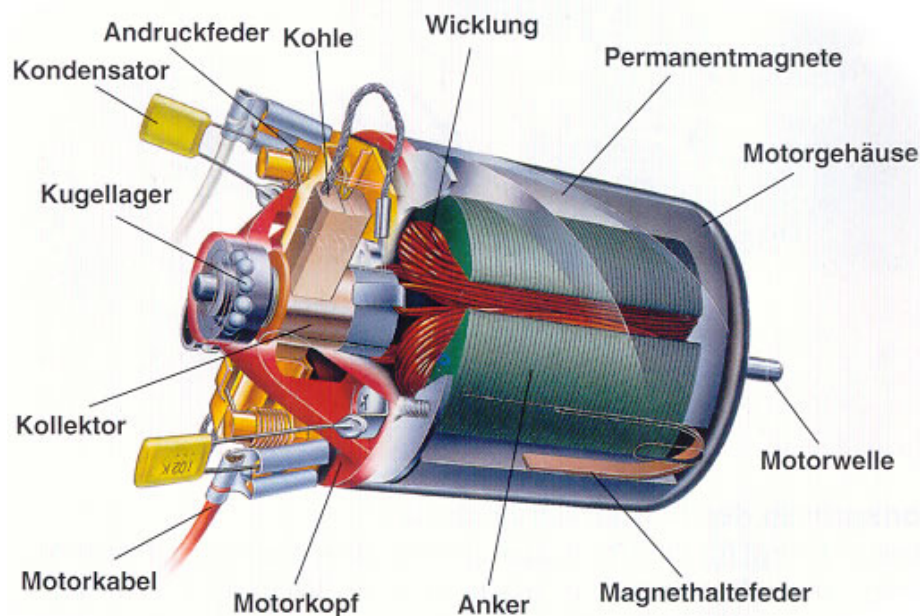
Entscheidender Vorteil ist das in ein Rc Car mit Kardanantrieb wesentlich weniger Schmutz eindringen kann, da die [Getriebe](#) geschlossen und die Welle absolut schmutzunempfindlich ist.

Fazit: Zahnriemenantriebe sollten nur in Hallen bzw sehr sauberen Asphalt gefahren werden.

Kardanwelle ist robuster und somit mehr was für den Parkplatz wo auch mal Steinchen liegen dürfen.

Elektro Rennmotoren

Die wichtigsten Bauteile eines Elektromotors sind Dauermagnete, Anker und Kohlen



Das Magnetfeld wird von einem Dauermagneten im Gehäuse erzeugt. Über die Kohlen die am Kollektor schleifen werden die Ankerwicklung (meist 3 Anker) mit Strom versorgt wodurch wiederum ein Magnetfeld erzeugt wird, dadurch kommt es zur anziehung/abstoßung zwischen Dauermagnet und Anker, was eine Bewegung zur Folge hat. Der dreiteilige Kollektor schaltet die Stromrichtung in den Ankerwicklungen im richtigen Zeitpunkt in der erforderlichen Weise um, sodass sich der Anker mit der Motorwelle komplett drehen kann. Das soll fürs erste reichen, die genaue Funktionsweise eines Gleichstrom Motors kann man in jedem Physikbuch entnehmen.



Die Abbildung zeigt einen Elektro-Rennmotor. Die Gehäusegröße ist durch das international gültige Reglement festgelegt und wird in der Regel als "540er Gehäuse" bezeichnet. Benannt nach dem Urvater der Rc Car-Antriebe, dem Mabuchi 540 Motor. Einen Nachfolger dieses Motors (Johnson 540) finden wir z. B. in den Baukästen von Tamiya Rc Cars. Der "Ur"-Mabuchi hatte allerdings einen Plastik-Motorkopf. Mabuchi- und Johnson-Motoren haben ein Gehäuse welches sich nicht öffnen läßt und sind Großserienprodukte. Für die ersten Fahrversuche sollte man es sicher erst mal bei dieser Motorisierung belassen und versuchen, das Fahrzeug so zu beherrschen, bevor man sich an eine Leistungssteigerung wagt. An diesen "Standard"-Motoren ist nicht viel zu tun. Man sollte nur auf Sauberkeit achten und die Motorlager ab und zu mal mit einem Tropfen dünnem Öl versehen.

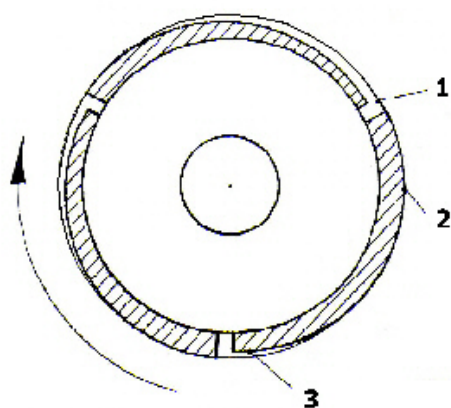
Die nächste Leistungsstufe sind die sogenannten "Stock"-Motoren (von engl. Stock=Standard, handelsüblich). Im Gegensatz zu den 540er Motoren fallen diese durch einen anderen Motorkopf auf. Die Motorkohlen, die den Strom auf den Kollektor übertragen können gewartet und bei Verschleiß auch gewechselt werden, genau wie die Kohlenfedern, welche die Motorkohlen an den Kollektor anpressen. Der Motorkopf ist jedoch fest verschlossen und versiegelt.

Die Motoren der "offenen Klasse" sind die sog. "Modified-Motoren" (von engl. modified = getunt, verändert) Diese Motoren können sehr leistungsstark sein und erlauben atemberaubende Fahrleistungen. Im wesentlichen wird die Leistung des Motors von dessen Wicklung bestimmt. Als Wicklung bezeichnet man die Anordnung des Drahtes auf dem sog. Anker des Motors. Der Anker ist der drehende Teil im Inneren des Motorgehäuses. Das Ende des Ankers ist die Motorwelle, auf die später das Motorritzel (Zahnrad) aufgeschraubt wird. In der Regel ist die Anzahl der Wicklungen angegeben. Sie wird manchmal auch als "Turns" (engl. für Wicklung) bezeichnet. Wenn man also einen Motor mit 13 x 2 Turns hat, bedeutet das, daß ein doppelter Draht 13 mal um den Anker gewickelt worden ist. Demnach ist der Draht bei einem 15 x 4 Turn-Motor 15 Mal vierfach um den Anker gewickelt worden. Muß man sich auch sicherlich nicht alles merken. Grundsätzlich gilt jedoch, daß der Motor mehr Leistung hat, je weniger "Turns" er hat. Mit zunehmender Leistung steigt aber auch der Stromverbrauch des Motors und die Fahrzeit mit einem Akkupack nimmt demnach ab. Daher ist die Auswahl des richtigen Motors für den Rennbetrieb schon recht wichtig. Ob der Draht nun doppelt, dreifach, oder wie oft auch immer um den Anker gewickelt wurde, hat ebenfalls einen Einfluß auf die Charakteristik des Motors. Dieser ist aber in jedem Fall geringer, wie die eigentliche Wicklungszahl und soll an dieser Stelle erst einmal vernachlässigt werden. Auch hier gibt es aber grundsätzliche Angaben: 4- 5- oder gar 6-Fach-Wicklungen verwenden einen sehr dünnen Wicklungsdraht. Der Wirkungsgrad des Motors kann etwas höher sein, als bei 1-fach oder doppelten Wicklungen. Jedoch ist der Motor auch "sensibler" und nimmt eine falsche Untersetzung im Fahrzeug eher übel. 1- oder 2-fach Wicklungen sind deutlich robuster.

Da auch zwischen eigentlich gleichen Motoren verschiedener Hersteller Toleranzen bestehen können, gibt es vom DMC (Deutscher Minicar Club, Dachverband aller Rc Car Vereine) "homologierte" Motoren. Bei homologierten Motoren kann man sicher sein, daß sie den Vorschriften entsprechen und daß die Streuung der Leistung sehr gering ist. Auch ein einheitlicher maximaler Verkaufspreis ist festgelegt.

Daher wird bei vielen "Stock"-Klassen auf diese DMC-Motoren zurückgegriffen. Diese Motoren sind natürlich im Fachhandel erhältlich. Wenn man sich einen leistungsstärkeren Motor zulegt, muss man beachten das die Übersetzung geändert werden muss. Desweiteren sollte das Modell mit Kugellagern ausgestattet sein, damit es die höheren Drehzahlen verkraftet. Die

Motorenhersteller geben hier meist in der Anleitung zum Motor die entsprechenden Hinweise. Auch zum Einlaufen des Motor. Meist reicht es vollkommen aus einen Motor mit 4 Zellen ca. 5min einlaufen zu lassen, damit sich die Kohlen an den Kollektor anpassen.

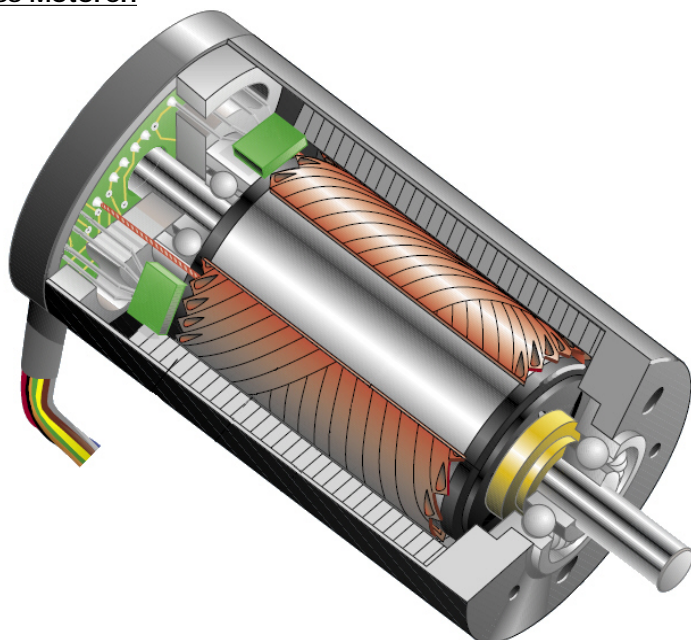


Man sollte ab und zu einen Blick auf die Kohlen werfen. Der beste Motor nützt nichts wenn die Kohlen bereits am Ende sind bzw. die Kohlen nicht leicht über den Kollektor gleiten können. Es ist auch wichtig diesen Kollektor zu prüfen, denn nur die Kohlen zu wechseln nützt bei einem verbrannten Kollektor nicht viel. Da gehört der Kollektor abgedreht und neue Kohlen eingesetzt, dann hat man wieder volle Leistung und unter Umständen sogar 5 - 7% mehr.
Das Bild zeigt einen Kollektor und warum dieser nachbestimmter Zeit abgedreht werden sollte damit ein Kohlenspringen und damit verbundener Leistungsverlust vermieden wird.

1. Idealform.
2. Hier fließt weniger Strom dadurch ist der Verschleiß nicht so hoch.
3. Hier fließt der höchste Strom (Segmentanfänge) das Kupfer wird förmlich wegerodiert.

Wie bremst ein Fahrzeug mit Elektromotor? Natürlich werden keine mechanischen Bremsen eingesetzt, wie in den großen Vorbildern. Das wäre technisch viel zu kompliziert und zu schwer. Ein Elektromotor hat die Eigenschaft zu bremsen, wenn dieser kurzgeschlossen wird. Diese physikalische Eigenschaft macht man sich mit einem elektronischen Regler zunutze, indem der Motor beim Bremsen mehr oder weniger stark kurzgeschlossen wird. Bei hochwertigeren elektronischen Reglern kann diese Funktion eingestellt werden.

Brushless Motoren



Der Größte Unterschied zu "normalen" Motoren ist das diese Motoren weder Bürsten noch andere Schleifkontakte haben, das hat denn Vorteil dass diese Motoren ein höheres Drehmoment ,und dadurch das es keine Reibung gibt auch einen höheren Wirkungsgrad haben. Der Dauermagnet befindet sich nicht im Gehäuse sondern auf der Motorwelle und die Spulen, welche das wechselnde Magnetfeld erzeugen (bei Bürstenmotoren war das der Anker mit den entsprechenden Wicklungen), befinden sich am Gehäuse. Da auf die Bürsten verzichtet wird , muss jede Spule einzeln mit Strom versorgt werden. Das geht natürlich nicht mehr mit Gleichstrom, man braucht einen Regler, der den Strom für jede der einzelnen (meist 3) Spulen an- und abschaltet. Aus diesem Grund hat der Brushless Motor und auch der entsprechende Fahrtenregler 3 Anschlußkabel.

Die Radaufhängung

Die Radaufhängung ist der bewegliche Teil, welcher zum Rad führt und schließlich mit Hilfe der Stoßdämpfer eine Federung ermöglicht. Bei den Tourenwagen kommen Einzerradaufhängungen zum Einsatz. Das bedeutet, dass jedes Rad einzeln und unabhängig bewegt werden kann. Pro Radaufhängung kommt ein Stoßdämpfer zum Einsatz (siehe unten). Sie besteht schließlich aus einem unteren und einem oberen Querlenker.

Die Aufhängungen bieten sehr viele Einstellungsmöglichkeiten, dazu jedoch später mehr.

Formel 1, PRO10 und 1:12er Fahrzeuge haben hinten eine Pendelachse. Vorne kommen einfache Aufhängungen mit kleinen Federn zum Einsatz.

Der Stoßdämpfer

Wie oben erwähnt, benützt man zur Federung eines Fahrzeugs Stoßdämpfer. Die Federung ist notwendig, damit das Fahrzeug bei Unebenheiten des Belags den Bodenkontakt nicht verliert. Am einfachsten ist der Einsatz von Schraubfedern.

Diese haben jedoch den Nachteil, dass das Fahrzeug zu springen beginnt, wenn Unebenheiten auftreten. Deshalb kombiniert man diese Federn mit einer zähen Flüssigkeit, nämlich Öl. Die Dämpfer werden also mit Öl gefüllt. So beginnt ein Fahrzeug

nicht zu springen, sondern federt nur einmal ein. Mehr dazu finden Sie in diesem Handbuch im Bereich [Fahrwerkseinstellung](#)

Der Fahrakku

Der Fahrakku ist eine der wichtigsten Komponenten beim Elektro Rc Car und oft eine Wissenschaft für sich. Trotzdem möchte ich versuchen, die wesentlichen Dinge über Akkupacks für den Rc Car Bereich hier zusammenzutragen. Die Entwicklung im Akku Sektor geht sehr schnell voran. Es hat sich der sechszellige Akku-Pack mit einer Zellenspannung von 1,2 Volt und somit einer Gesamtspannung von 7,2 Volt durchgesetzt. Die Zellengröße ist genormt und nennt sich Sub-C. Der Grund dafür ist die vergleichsweise hohe Kapazität, bezogen auf Größe und Gewicht der Zellen, sowie Ihre Schnellladefähigkeit und die hohe Belastbarkeit.

Ein Akku -Pack ist umso besser er den Spannung hält, je länger die Entladezeit und je geringer der Innenwiderstand ist. Die Kapazität der Akkus ist ausschlaggebend für die Fahrzeit je mehr mAh (milli Ampere Stunden) desto länger die Fahrzeit.

Nickel-Cadmium-Akkus (NiCd) (maximal 2400 mAh), waren bis zum Jahr 1999 die einzige Typen, die für RC-Cars gebaut wurden. Sie sind bis heute vor allem im Einsteigermarkt weit verbreitet, da sie etwas „robuster“ behandelt werden können als die neueren Nickel-Metall-Hydrid-Akku (NiMH) die im Jahr 1999 weltweit in die Rc Car Szene eingeführt wurden. Mit Einführung der NiMH Akkus stieg die Kapazität der Sub-C- Zellen von zunächst 2600 mAh auf nun über 4000 Milliampere-Stunden.

Akkus sind Massenprodukte, die einer gewissen Qualitätsstreuung in der Fertigung unterliegen. Da aber ein Akkupack (im Rc Car normalerweise mit 6 Zellen) immer nur so gut sein kann, wie die schwächste Zelle, haben sich einige Firmen auf das sog. "selektieren" (engl. matched) von Akkuzellen spezialisiert. Hier werden also große Mengen von Einzelzellen mit teilweise speziellen Messverfahren getestet und Zellen mit gleichen Werten zu einem 6er- Akkupack zusammengefasst. Zellen, die einen gewissen Standard nicht erreichen, werden zu "Einsteigerpacks" zusammengefasst oder an andere Industriezweige weiterverkauft.

Das bekanntesten Verfahren ist "Pushed":

Pushen ist ein Verfahren beim dem durch hohe Stompulse der Innenwiderstand der Zelle verkleinert wird. Das Verfahren kann sowohl bei NiCd-Zellen als auch bei NiMH-Zellen angewandt werden. Solcherart behandelte Zellen haben eine höhere Spannungslage unter Last, was in (spürbar) besserer Beschleunigung resultiert.

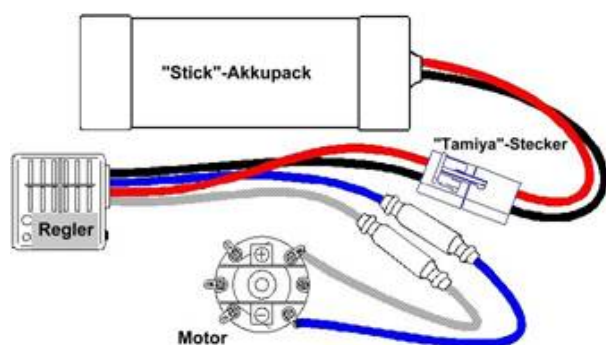
(In einer handelsüblichen Zelle sind die beiden Akkukappen mittels Blechstreifen mit der eigentlichen Zelle verbunden. Dieser Blechstreifen wird herstellereitig durch Punktschweißen befestigt. An diesen Schweißpunkten treten speziell im Hochstrombereich (Modellsport) recht hohe Verluste auf. Beim Pushen werden die Verbindungen gewissermaßen elektrisch nachgeschweißt bzw. es entstehen neue Schweißpunkte. Da die Zelle hermetisch abgeschlossen ist, muss dieser Schweißvorgang von aussen erfolgen. Dazu werden in die Zelle kurzfristig mehrere tausend Ampere in die Zelle eingespeist.)

Bei einem sogenannten Pushed&Matched (P&M) Akku wurden die Einzelzellen mit der oben beschriebenen Methode behandelt und dann vermessen. Die Zellen die eine ähnliche bzw. fast gleiche Charakteristik (Spannung, Innenwiderstand, Kapazität) besitzen werden dann zu einem Pack zusammengestellt.

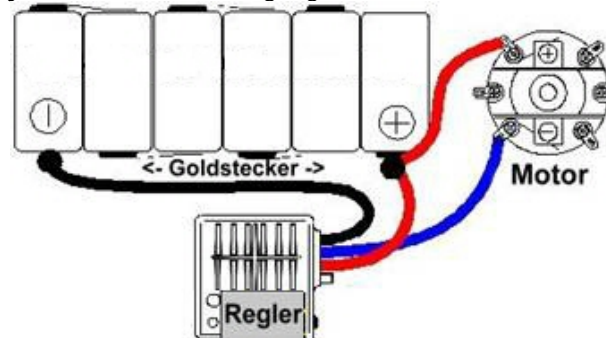
Namhafte Selektierer sind z.B. Sanyo, Hopf, GP, Intellect, LPR, ORION oder CS-Electronic. Diese Selektierer geben auf den einzelnen Zellen in der Regel auch Leistungsdaten an.

Für den Einsteiger sind sicherlich auch unselektierte Zellen gut geeignet. Der einen geringen Mehrpreis sind P&M Zellen jedoch die spürbar bessere Wahl.

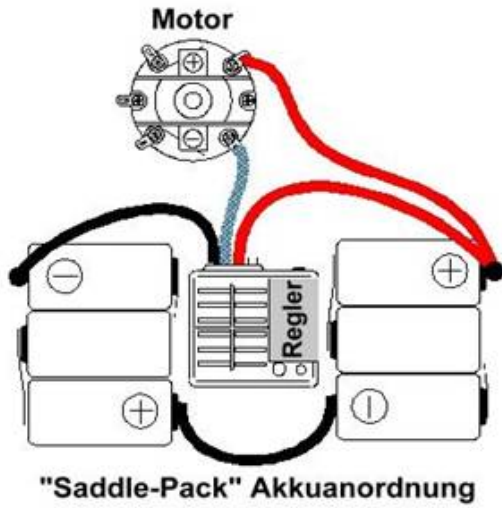
"Einsteiger"- Akkupacks werden normalerweise als sog. "Stick"-Packs angeboten. Dabei sind 2 Stangen mit je 3 in Reihe verlötete Akku-Zellen in einem Schrumpfschlauch



Beim Side-by-Side Akku werden die sechs Zellen parallel nebeneinander verlötet. Diese "offene" Variante hat den Vorteil, dass jede einzelne Zelle zugänglich ist, was für die Wartung des Packs wichtig sein kann.



Beim Saddle-Pack werden je drei parallel verlötete Zellen mit einem Kabel verbunden um eine bessere Gewichtsverteilung zu erreichen. Diese "offene" Variante hat ebenfalls den Vorteil, dass jede einzelne Zelle zugänglich ist.



Alles über Akkus / Ladegeräte

Ladegerät

Damit man den [Fahrakku](#) wieder aufladen kann, braucht man ein Ladegerät. Der Markt bietet dafür unzählige Varianten an. Um den Akku möglichst schnell füllen können gibt es Schnellladegeräte. Je nach Stromstärke kann ein Akku in etwa 30 Minuten gefüllt werden. Ein Schnellladegerät sollte bis zu 5A Ladestrom leisten können. Nun muss das Ladegerät irgendwie wissen, wann der Akku voll ist. Ansonsten könnte es den Akku durch eine Überladung beschädigen. Das so genannte Delta Peak Verfahren hat sich weitgehend durchgesetzt. Wenn ein Akku voll ist, tritt nämlich eine kleine Spannungsschwankung auf, welche vom Ladegerät festgestellt wird und den Ladevorgang beendet. Bei Modernen Ladegeräten lässt sich dieser Delta Peak einstellen um die Zellen möglichst 100% voll zubekommen. Deweiteren gibt es Ladegeräte welche nach einer definierten Zeit oder bei einer bestimmten Akku Temperatur den Ladevorgang unterbrechen. Damit der Akku eine möglichst lange Lebensdauer und viel Leistung hat, müssen einige Sachen beachtet werden.

Ladeverfahren

Wie Ihr eure Akkus ladet hängt Grundsätzlich davon ab was euer Ladegerät kann. Es sollte jedoch mindestens über eine Delta Peak Abschaltung verfügen. Mit welcher Stromstärke ein Akku geladen wird, ist abhängig von seiner Qualität (Selektionsstufe) und seinem Einsatz. Wer auf lange Lebensdauer achtet, sollte einen unselektierten Akku mit maximal seiner Kapazität laden (2400 mAh Akku mit 2,4 Ampere).

Selektierte Akkus können ohne weiteres mit dem 1,5- bis 2fachen ihrer Kapazität geladen werden (2400mAh Akku also mit 3,6 bis 4,8 Ampere). In Ausnahmefällen werden auch Laderaten von mehr als dem 5fachen der Kapazität "exekutiert", verkürzen aber deutlich die Lebens- und Einsatzdauer des Akkus.

Normal Ladung

Eine Normal Ladung wendet man an, wenn man eine Akku formieren will. Hierbei beträgt der Ladestrom $1/10 C$ (C = Kapazität). Dies bedeutet das z.B. ein 2400mAh Akku mit einem Strom von 240mA geladen wird. Die Dauer einer solchen Normal Ladung beträgt dann 14 - 15 Stunden. Gerade bei Stick Packs bei denen eine Einzelzellenentladung nicht möglich ist empfiehlt es sich jede zehnte Ladung "Normal" zu laden, unabhängig vom Akkutyp. Dadurch werden die Einzelnen Zellen wieder an einander angeglichen und die Akku Kapazität und die Akku Lebensdauer verbessern sich.

Lineare Ladung

Hierbei wird mit einem gleich hohen Ladestrom über die gesamte Ladezeit hinweg geladen. Darüber hinaus ermöglichen neuere und teurere Ladegeräte weitere Lademethoden.

Puls Ladung

Hierbei werden die Akkus mit höheren und niedrigeren Ladeströmen geladen. Bei dieser Ladeart wird die durchschnittliche Stromstärke etwa bei 3 Ampere eingestellt. Die höchsten Stromstöße liegen dabei natürlich viel höher als 3 Ampere. Mit dieser Lademethode lässt sich die Spannung des Akkus deutlich erhöhen.

Reflex Laden

Beim Reflex-Laden werden neben positiven Pulsen auch immer wieder negative Pulse zwischengeschaltet. Beim negativen Puls wird der Akku jeweils entladen. Dadurch wird die Gasbildung in den Zellen verringert. Es ist eigentlich die sanfteste Art einen Akku zu laden und eignet sich deshalb auch für alte und gebrauchte Akku -Packs. Die Ladezeit verlängert sich aber bei dieser Lademethode.

Step Laden

Bei dieser Ladung wird der Akku linear in drei Stufen geladen. Dabei wird in der mittleren Stufe über eine gewisse Zeit der Ladestrom deutlich begrenzt, um dem Akku Zeit zur „Erholung“ zu geben. Wobei der dadurch gewonnene höhere Druck und die eventuell verlängerte Fahrzeit für einen Normalfahrer kaum Bemerkbar sein wird.

Entladen

Nach dem der Akku leer gefahren wurde sollte er vor dem nächsten Ladezyklus entladen werden, um den speziell bei NiCd Akkus auftretende [Memory Effekt](#) zu verringern. Vermeiden und ausschalten lässt sich dies nur dadurch, dass die Akkus vor dem nächsten Ladevorgang komplett entladen werden. Dazu bieten diverse Hersteller so genannte Entladeplatinen (für die offenen Varianten Saddle Pack und Side-by-Side) und Entladegeräte (discharger) für "Stick" Packs an, die jede Zelle bis auf ungefähr 0,9 - 1,1 Volt entladen. (Entladeschlussspannung bei einem "Stick" Pack mit 6 Zellen = 5,4 V). Es gibt auch Ladegeräte die eine Entladefunktion anbieten. Am besten sind natürlich Entladegeräte, die über einen Entladestrom von mehr als 2 A verfügen da dem Akku im normalen Betrieb ja auch deutlich mehr als 2 A abgefordert werden.

Gedächtniseffekt (Memory Effekt und Lazy Battery)

NiCd Akkus besitzen eine Eigenschaft, welche zuweilen als rätselhaft oder gar als unerklärlich dargestellt wird. Sie verhalten sich bis zu dem gewohnten Entladepunkt völlig normal. Bei Überschreiten dieser Schwelle, ist dann aber plötzlich ein deutliches Absinken der Spannung zu beobachten. Grund dafür ist meist eine nicht vollständige Entladung des Akkus auf 0,9 - 1,1 V je Zelle. Dadurch kommt es zur Bildung von unterschiedlich grossen Kristallen. Zum einen entstehen reaktionsbereiten Kleinkristalle die durch ständiges Laden Entladen entstehen, und die so genannten Grosskristalle die sich durch nicht vollständiges Entladen an den Elektroden des Akkus ablagern. Diese Grosskristalle sind chemisch weniger reaktionsbereit. Somit verhält sich der Akku zunächst normal bis alle Kleinkristalle umgesetzt wurden, danach sinkt die Spannung ab da nun nur noch Grosskristalle der chemischen Reaktion zur Verfügung stehen.

Bei NiMH Akkus gibt es ein ähnliches Phänomen, jedoch wird es hier Lazy Battery Effekt genannt. Während die obere Schicht des aktiven Materials durch ständige Umsetzung (Auf- und Entladen) besonders feinkörnig ist, haben sich im lange Zeit "unberührten" Untergrund Großkristalle bilden können, welche entsprechend unwillig reagieren. Allerdings bricht die Akkuspannung nicht wie beim Memory-Effekt ab einem bestimmten Punkt zusammen. Stattdessen ist die Akkuspannung über den gesamten Entladevorgang etwas geringer, als bei einer nicht unter dem Effekt leidenden NiMH Zelle.

Beide Gedächtniseffekte lassen sich durch eine [Formierungs/Normalladung](#) und einige Lade/Entladezyklen wieder vollständig beseitigen.

NiCd Akkus laden, entladen und lagern

Die Akkus sollten möglichst vor dem ersten "richtigen" Gebrauch angeglichen werden. Dazu sollte ein neuer Pack zunächst [Normal](#) geladen werden um alle Zellen einander anzupassen. Dies geschieht mit 1/10 C über einen Zeitraum von 14 bis 15 Stunden. Am Ende des Ladevorganges sollten die Zellen ca. 40-45 ° C warm sein. Danach entlädt man sie zunächst wieder mit Hilfe einer Entladeplatine oder eines Entladegerätes bis auf 0,9 V bis 1,1 V je Zelle (einen Pack mit 6 Zellen also auf rund 5,4 V). Der Entladestrom ist abhängig von dem Entlader den Ihr zur Verfügung habt, jedoch sind Entladeströme von 2 A aufwärts zu bevorzugen da dem Akku im normalen Betrieb ja auch deutlich mehr als 2 A abgefordert werden. Nach vollständiger Entladung kann der Akku Pack dann "schnellgeladen" werden.

Bei Ladegeräten, bei denen die Delta Peak Abschaltung einstellbar ist, sollte man für NiCd Akkus einen Wert von rund 20 Millivolt pro Zelle einstellen. Eine vorhandene Temperatur Abschaltung sollte bei NiCd Akkus bei rund 45 Grad erfolgen. Genaue Angaben zum Ladestrom und Temperatur findet man meist auf der Homepage des Akku Herstellers. Gerade bei Stick Packs bei denen eine Einzelzellenentladung nicht möglich ist empfiehlt es sich jede zehnte Ladung "Normal" zu laden. NiCd Akkus sollten Grundsätzlich komplett entladen gelagert werden. Nach 3-4 Wochen sollten die Zellen Normal geladen und wieder entladen werden um ein zu starkes auseinander laufen der einzelnen Zellen zu vermeiden.

NiMH Akkus laden, entladen und lagern

Auch NiMH Akkus sollten nach dem Kauf angeglichen werden. Dazu sollte ein neuer Pack zunächst [Normal](#) geladen werden um alle Zellen einander anzupassen. Dies geschieht mit 1/10C über einen Zeitraum von 14 bis 15 Stunden. Am Ende des Ladevorganges sollten die Zellen ca. 45-50°C warm sein. Danach entlädt man sie zunächst wieder mit Hilfe einer Entladeplatine oder eines Entladegerätes bis auf 1 - 1,1 V je Zelle. Nach vollständiger Entladung kann der Akku Pack dann "schnellgeladen" werden.

Bei Ladegeräten, bei denen die Delta Peak Abschaltung einstellbar ist, sollte man für NiCd Akkus einen Wert von rund 5 Millivolt pro Zelle einstellen. Eine vorhandene Temperatur Abschaltung sollte bei NiMh Akkus bei rund 45-50°C erfolgen. Genaue Angaben zum Ladestrom und Temperatur findet man meist auf der Homepage des Akku Herstellers. Auch hier ist es ratsam, bei Stick Packs bei denen eine Einzelzellenentladung nicht möglich ist, jede zehnte Ladung Normal zu laden. NiMH Akkus sollten Voll-/Teilgeladen gelagert werden. Nach 3-4 Wochen Lagerung sollten die Zellen, ohne sie vorher zu entladen, Normal geladen werden, um der selbstentladung entgegen zuwirken.

Ladezeit richtig berechnen

Akkus benötigen für eine optimale Vollladung ca. 20-30% mehr an elektrischer Arbeit als wie sie wieder abgeben können. Ich werde das zur besseren Verständlichkeit in einem Beispiel erklären.

Ein Akku hat 1200mAh, und das Ladegerät liefert einen Strom von 100 mA. Dazu kommt die extra benötigte Energie von 30 % (Faktor 1.3). Die Benötigte Ladezeit berechnet sich aus der Kapazität des Akkus x(mal) extra benötigte Energie /(durch) Ladestrom des Ladegerätes =(ist gleich) Ladezeit in Stunden.

$$1200\text{mAh} \cdot 1,3 / 100\text{mA} = 15,6\text{h.}$$

Ich werde hier noch zwei weitere kurze Rechenbeispiele anführen:

1) Akku: 1600mAh, Ladestrom: 180mA

$$1600 \cdot 1,3 / 180 = 11,5 \text{ Stunden}$$

Der 1600mAh Akku benötigt bei einem Ladestrom von 180mA eine Ladezeit von 11,5 Stunden.

Dies entspricht 11 Stunden und 30 Minuten

2) Akku: 2300mAh, Ladestrom: 500mA

$$2300 \cdot 1,3 / 500 = 5,98 \text{ Stunden}$$

Der 2300mAh Akku benötigt bei einem Ladestrom von 500mA eine Ladezeit von 5,98 Stunden.

Dies entspricht 5 Stunden und 58 Minuten

Ein Programm zur Berechnung der Ladezeit finden Sie auf meiner Website. [Hier ist der Link](http://www.der-dac.de.vu) (Downloadbereich, Programm: Ladezeit)



Tuning

Der Begriff Tuning bedeutet im eigentlichen Sinn Feinabstimmung. So dass es in diesem Kapitel nicht nur darum geht mit seinem Rc Car mehr Geschwindigkeit zu erreichen, sondern auch darum es zuverlässiger zu machen. Sie sollten Ihr Fahrzeug der Reihe nach tunen deshalb empfiehlt es sich die hier angegebene Reihenfolge einzuhalten.

Kugellager

Das wirkungsvollste Tuning ist der Austausch der im Modell befindlichen Gleitlager gegen Kugellager. Kugellager haben einen geringeren Reibungswiderstand und der Antrieb Ihres Fahrzeuges wird dadurch leichtgängiger. Dadurch wird eine bessere Beschleunigung und eine höhere Endgeschwindigkeit erreicht. Für die gängigsten Modelle gibt es komplette Kugellagersets bei denen genau beschrieben ist wo welches Lager einzubauen ist.

Die Übersetzung

Die Übersetzung ist das Verhältnis von Motorumdrehung zur Umdrehung der Antriebsräder. Durch die Übersetzung wird bestimmt wie schnell das Auto am Ende einer Geraden ist. Ist die Strecke eng und kurvig braucht man eine kurze Übersetzung, z.B. 1:8,5. Auf Strecken mit langen Geraden und weniger engen Kurven ist es sinnvoller sein Auto lang zu übersetzen, z.B. 1:5,3.

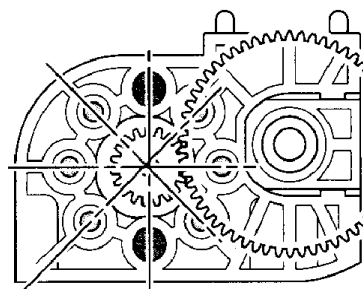
Bei einer langen Übersetzung ist das Auto zwar nicht mehr so agil, d.h. es beschleunigt langsamer aber es erreicht dafür eine höhere Endgeschwindigkeit. Geändert wird die Übersetzung, indem man die Motorritzel oder das Hauptzahnrad ändert. Wählt man ein Ritzel mit weniger Zähnen, wird die Übersetzung kürzer. Beim Hauptzahnrad ist es umgekehrt, da wird durch die Vergrößerung eine kürzere Übersetzung eingestellt.

Je größer das Ritzel und je kleiner das Hauptzahnrad, desto höher die Höchstgeschwindigkeit und tiefer die Beschleunigung. umgekehrt gilt.

Je kleiner das Ritzel und je größer das Hauptzahnrad, desto höher die Beschleunigung und tiefer die Höchstgeschwindigkeit.

Gut merken kann man sich das wenn man ein Fahrrad mit Gangschaltung betrachtet, an den Pedalen das Ritzel und die Zahnräder am Hinterreifen das Hauptzahnrad. Wenn man sich einen neuen Motor mit weniger Wicklungen zulegt sollte auch ein kleineres Ritzel gewählt werden bzw ein größeres Hauptzahnrad. In den meisten Bauanleitung wird die Übersetzung angegeben. Bei der Wahl der Übersetzung sollte man drauf achten, ob der Motor auf der längsten Geraden vollständig ausdreht. Tut er das nicht, geht vorhandene Leistung verloren und der Motor wird unnötig überhitzt. Sollte man ein Ritzel oder Hauptzahnrad ändern kann man mit Hilfe meines Programmes die neue Übersetzung berechnen. [Hier ist der Link](#) (Downloadbereich, Programm: Übersetzung).

Wenn man die Übersetzung ändert sollte man unbedingt bei der ersten Fahrt auf die Temperatur des Motors achten. Wenn dieser zu heiß wird ist die Übersetzung falsch gewählt. Ein weiterer wichtiger Punkt wäre. Kontrollieren Sie Ihren Antrieb regelmässig. Alle Zahnräder sollen leichtgängig ineinander greifen. Greifen Zahnräder zu stark ineinander reiben sie zuviel und das macht den Antrieb schwergängiger. Greifen sie zu leicht ineinander könnte es sein das die Zahnräder "durchrutschen", was wiederum den Kraftschub unterbricht und obendrein nicht besonders gut für das Getriebe ist. Bei Zahnriemenantrieb ist ebenfalls darauf zu achten das der Riemen gut gespannt ist, nicht zu fest, aber auch nicht zu locker.

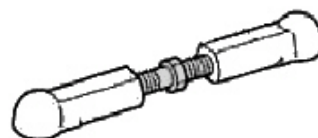


Stossdämpfer

Sollte Ihr Modell nur mit Reibungsdämpfern ausgestattet sein sollten Sie diese gegen Öldruckstossdämpfer austauschen. Diese besitzen eine Kolbenstange welche sich in einem Öl bewegt. Die Aufgabe der Stossdämpfer ist es Energie zu vernichten und den Stoss der Aufhängung zu dämpfen. Mehr dazu finden Sie in diesem Handbuch im Bereich [Fahrwerkseinstellung](#)

Einstellbares Fahrwerk

Um das Fahrwerk besser einstellen zu können bietet der Fachhandel sogenannte Rechts/Links Gewinde an. Mit denen lässt sich sowohl die Spur als auch der Sturz sehr schnell und präzise Ver-/Einstellen. Mehr dazu finden Sie in diesem Handbuch im Bereich [Fahrwerkseinstellung](#)



Reifen

Wer noch mit den Standard Profil Reifen unterwegs ist, sollte auf Slicks wechseln. Glatte Reifen haben weniger Rollreibung und laufen daher ruhiger und auch schneller. Ausserdem verbessern Slicks die Haftung, was ja bei höheren Geschwindigkeiten nicht verkehrt ist. Mehr dazu finden Sie in diesem Handbuch im Bereich [Reifen die Qual der Wahl](#)

Motor

Um eine schnelle Leistungssteigerung zu erzielen ist es möglich den Motor gegen einen Leistungsstärkeren auszutauschen. Dabei sollte man darauf achten das der verwendete Regler diesen neuen Motor auch verträgt. Mehr dazu finden Sie in diesem

Handbuch im Bereich [Elektro Rennmotor](#). Bei Modified-Motoren ist es möglich das Motor-Timing zu verstellen. Dabei wird durch das verdrehen des Motorkopfes auf dem Gehäuse der Kommutationszeitpunkt gegenüber dem Magnetfeld verändert. Dadurch erhöhen Sie die Drehzahl des Motors aber ebenso dessen Stromaufnahme und den Verschleiss des Kollektors.

Akku

Damit Sie aus ihrem Rc Car die volle Leistung herauss holen können, sind gute Akkus eine Grundvoraussetzung. Diese sollten eine möglichse hohe Spannungslieferung unter Last aufweisen, denn ist der Akku in der Lage, sehr höhe Ströme an den Motor abzugeben, wird auch ihr Modell schnell(er) sein. Hat ihr Akku auch noch eine grosse Kapazität, wird die Fahrzeit entsprechend verlängert. Mehr dazu finden Sie in diesem Handbuch im Bereich [Alles über Akkus](#).

Gewichtsreduzierung

Eine weitere Möglichkeit mehr Leistung zu erzielen ist es, dass Gewicht zu reduzieren. Dazu gibt es im Fachhandel Tuning Parts aus Kohlefaser oder anderem Faserverbundwerkstoffen. Diese haben den Vorteil das sie stabiler und leichter sind als Kunststoff oder Aluminium. Durch die erhöhte stabilität wird Ihr Fahrzeug steifer und ist somit noch besser über die Stossdämpfer abzustimmen.

Eine andere Möglichkeit das Gewicht zu reduzieren, ist es Teile des Chassis auszufräsen bzw wehzulassen.

Geschwindigkeit berechnen

Benötigtes Material: Pylonen od. ähnliches, Stoppuhr, Schreibzeug und Taschenrechner

Vorwort: Geschwindigkeit ist zwar nicht das wichtigste, aber dennoch ist es interessant zu wissen, wie schnell sein Fahrzeug fährt. Nicht jeder kann/will sich ein Geschwindigkeitsmessgerät (Laserpistole) leisten, und daher erkläre ich Ihnen hier kurz, wie Sie die Geschwindigkeit Ihres Wagens trotzdem berechnen können.

Sie benötigen eine lange gerade Strecke, auf der Sie Ihr Fahrzeug bewegen können. Übrigens ist es von Vorteil, wenn Sie eine weitere Person zur Seite haben. Messen Sie mit einem Maßband oder Maßstab eine gerade Strecke von beispielsweise 50 Meter ab. Markieren Sie den Anfangs- und den Endpunkt der Gerade mit zwei Pylonen oder ähnlichem. Je länger die Strecke ist, desto genauer ist die Messung. Die Stoppuhr bereit in der Hand, beschleunigen Sie Ihr Fahrzeug mit genügend Anlauf auf die Höchstgeschwindigkeit. Wenn Ihr Wagen den Anfangspunkt der Gerade passiert, starten Sie die Zeitmessung. Wenn Ihr Wagen dann den Endpunkt der Geraden erreicht hat, stoppen Sie die Zeitmessung. Jetzt geht es ans Rechnen. Sie haben jetzt die exakte Wegstrecke und die Zeit, die das Fahrzeug für diese Wegstrecke benötigt hat. Die Formel zur Berechnung von Geschwindigkeiten lautet wie folgt:

Geschwindigkeit = Wegstrecke durch Zeit also $v = s/t$

Beispiel:

Wegstrecke: 50 Meter

Benötigte Zeit: 3,7 Sekunden

$V = s/t$

$V = 50\text{m}/3,7\text{sec} = 14,7\text{m/s}$

Der Wagen fährt also mit 14,70 Meter pro Sekunde.

Mit dem kann man jetzt noch nicht viel anfangen, darum rechnen wir das jetzt mal in Kilometer pro Stunde um.

$14,70 \text{ (Meter/Sekunde)} * 3,6 \text{ (Umrechnung m/s in km/h)} = 52,94 \text{ Kilometer pro Stunde}$

3,6 bei der Umrechnung m/s in km/h ergibt sich aus

Eine Minute hat 60 Sekunden, eine Stunde hat 60 Minuten, darum $60 * 60 = 3600$

Die Meter werden in Kilometer umgerechnet:

Die Meter müssen durch 1000 geteilt werden.

Zum Schluss ergibt das $3600/1000 = 3,6$

Die Höchstgeschwindigkeit des Wagens beträgt ca. 53km/h.

Ein Programm zur Berechnung der theoretischen Geschwindigkeit und der Übersetzung finden Sie auf meiner Website. [Hier ist der Link](#) (Downloadbereich, Programm: Übersetzung)

Innere Übersetzung		Übersetzung		Theo. Geschwindigkeit	
Hauptzahnrad	58 Zähne	Hauptzahnrad	58 Zähne	Übersetzung	7,18
Ritzel	21 Zähne	Ritzel	21 Zähne	Drehzal des Motors	25000 U/min
Übersetzung	7,18	Innere Übersetzung	2,6	Reifen Ø	6,5 cm
Innere Übersetzung	2,6	Übersetzung	7,18	Th. Geschwindigkeit	42,7 Km/h
Berechnen		Berechnen		Berechnen -10%	

By [Dac] <http://www.der-dac.de.vu>

Eigenlenkverhalten ermitteln und abstimmen

Eigenlenkverhalten ermitteln

Damit man das Fahrwerk seines Fahrzeuges in eine Grundabstimmung bringen kann, muss man zuerst das Eigenlenkverhalten des Fahrzeuges kennen. Dieses wird in der KFZ-Industrie mittels Kreisfahrttest ermittelt. Und genau diesen Test kann man auch mit Rc Cars machen. Der Sinn dieser Sache ist, das unerwünschte Eigenlenkverhalten eines Fahrzeuges gezielt lindern zu können. Ganz abstellen könnt Ihr das Eigenlenkverhalten nicht. Außerdem möchte ich an dieser Stelle gleich erwähnen, dass das Eigenlenkverhalten eines Fahrzeuges nicht unbedingt negativ sein muss. In manchen Situationen ist ein Eigenlenkverhalten sogar wünschenswert.

Dazu benötigt Ihr erst mal einen geeigneten Platz, auf dem Ihr mittels Pylonen einen kreisförmigen Parcours aufbaut. Nun bewegt Ihr Euer Fahrzeug mit konstanter Geschwindigkeit im Kreis. Beginnt mit langsamer Geschwindigkeit, fahrt ein paar Runden und steigert diese danach. Macht immer so weiter, Geschwindigkeit steigern, einige konstante Runden drehen, Geschwindigkeit steigern,..... Ab einer gewissen Geschwindigkeit (z.B.: bei Halbgas) wird Euer Fahrzeug plötzlich vom neutralen Eigenlenkverhalten in Unter- oder Übersteuern übergehen. Das heißt, es steuert ohne weitere Lenkeinwirkungen des Fahrers, in eine bestimmte Richtung. Wieso das so ist, ist leicht erklärt: Wird nämlich der Schräglaufwinkel zu gross, dann geht die Haftreibung in Gleitreibung über und die entsprechende Fahrzeugachse (Vorder oder Hinterachse) bricht aus.

Beim Untersteuern schiebt das Fahrzeug über die Vorderachse (Vorderräder) hinaus, also an die Kreis/Kurvenaußenseite dh. der Kurvenradius wird dadurch größer.

Beim Übersteuern drängt die Hinterachse (Hinterräder) an die Kreis/Kurvenaußenseite, dh. der Kurvenradius wird dadurch kleiner.

Eigenlenkverhalten abstimmen

Um dem Eigenlenkverhalten (Unter- oder Übersteuern) entgegen zu wirken, muss das Fahrwerk abgestimmt werden. Ein gut abgestimmtes Fahrwerk wirkt fast Wunder, man erzielt damit eine bessere Richtungsstabilität und kann somit die maximale Kurvengeschwindigkeit erhöhen. Desweiteren nimmt das Fahrwerk Einfluss auf das Beschleunigungs- und Bremsverhalten eines Fahrzeuges. Ich möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, dass mehrere gleichzeitig ausgeführte Anpassungen zu einem negativen Ergebnis führen können. Darum, stimmt immer ein Teil nach dem anderen ab, zwischenzeitlich testet bitte immer wieder, dies kann eine Weile dauern da ein gut funktionierendes Fahrwerk nicht aus der „Schublade“ genommen werden kann. Bei der Anpassung sind viel Geduld, Einfühlungsvermögen und ein solides Wissen (und/oder dieses Handbuch) gefragt.

Man sollte immer daran denken, dass das Fahrverhalten eines jeden Fahrzeuges anders ist, und auch durch äußere Einwirkungen verändert werden kann (Bodenbeschaffenheit, Wetter,...). Der persönliche Fahrstil sollte auch in die Fahrwerksabstimmung einkalkuliert werden. Nun führen wir uns die Ziele einer Fahrwerksabstimmung vor Augen. Die nachfolgenden Punkte sind bei weitem nicht alle, aber ich denke, ich habe hier die wichtigsten Punkte zusammengetragen. Ein Fahrwerk sollte folgende Anforderungen weitgehend erfüllen:

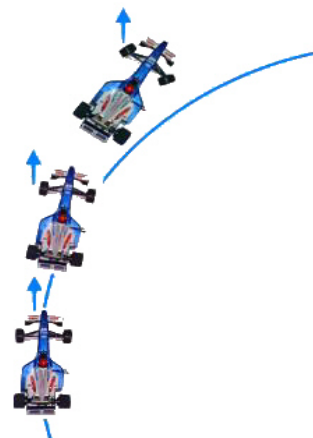
- hohe Kurvengeschwindigkeiten
- kontrollierbare Fahreigenschaften im Grenzbereich
- sicheres Verhalten bei Wechselkurven (Schikanen, S-Kurven,...)
- ausreichende Richtungsstabilität bei hohen Geschwindigkeiten
- ausreichende Unempfindlichkeit bei äußeren Einwirkungen (Unebenheiten, Wind,..)
- gutes Beschleunigungs- und Bremsverhalten

Untersteuern

Beim Untersteuern schiebt das Fahrzeug über die Vorderachse (Vorderräder) hinaus, also an die Kreis/Kurvenaußenseite dh. der Kurvenradius wird dadurch größer.

Dem Untersteuern wirkt man mit folgenden Maßnahmen entgegen:

- weichere Reifen an der Vorderachse montieren
- härtere Reifen an der Hinterachse montieren
- breitere Reifen an der der Vorderachse montieren
- schmalere Reifen an der Hinterachse montieren
- weichere Federn und/oder Dämpfer an der Vorderachse einbauen
- härtere Federn und/oder Dämpfer an der Hinterachse einbauen
- negativen Radsturz an den Vorderrädern erhöhen
- negativen Radsturz an den Hinterrädern reduzieren
- Vorspur an der Vorderachse erhöhen
- Stabilisator an der Hinterachse einbauen oder verstärken

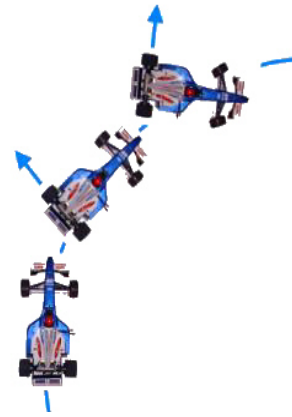


Übersteuern

Beim Übersteuern drängt die Hinterachse (Hinterräder) an die Kreis-/Kurvenaußenseite, dh. der Kurvenradius wird dadurch kleiner.

Dem Übersteuern wirkt man mit folgenden Maßnahmen entgegen:

- weichere Reifen an der Hinterachse montieren
- härtere Reifen an der Vorderachse montieren
- breitere Reifen an der Hinterachse montieren
- schmalere Reifen an der Vorderachse montieren
- weichere Federn und/oder Dämpfer an der Hinterachse einbauen
- härtere Federn und/oder Dämpfer an der Vorderachse einbauen
- Vorspur an der Vorderachse reduzieren
- negativer Radsturz an den Vorderrädern reduzieren
- negativer Radsturz an den Hinterrädern erhöhen
- Stabilisator an der Vorderachse einbauen oder verstärken



Ich möchte noch einmal betonen, dass niemals mehrere Anwendungen gleichzeitig durchgeführt werden sollten. Immer nur eine Anpassung nach der anderen, dazwischen immer wieder testen. Testen ist ein sehr wichtiger Punkt, ohne ausgiebige Tests kann sich eine Fahrwerkabstimmung sehr negativ auswirken.

Jetzt haben Sie eine solide Grundabstimmung hergestellt. Für den Alltagsgebrauch mag diese Abstimmung fast immer passen. Wenn Sie aber an Wettbewerben teilnehmen wollen, kommen weitere Schwierigkeitsfaktoren dazu. Die Bodenbeschaffenheit, Wetter, Das Fahrwerk muss stets an die entsprechenden Bedingungen angepasst werden. Ist die Fahrbahn beispielsweise nass, verändert sich die Haftreibung und somit das Eigenlenkverhalten des Wagens. D.h. wieder tüfteln und testen. Mit der Zeit kann man aber eine Art Routine aufbauen, denn die Fahrwerksabstimmung läuft immer wieder nach einem gewissen Schema ab. Aus diesem Grund gibt es so genannte "Setup Sheets" wo alle Details auf einem Blatt festgehalten werden und jeder Zeit wieder verwendbar sind ohne dass man alles noch einmal testen muss.

Fahrwerkseinstellung

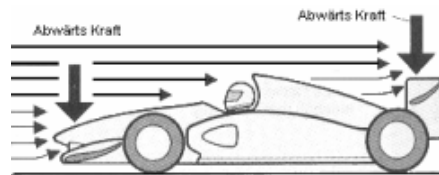
Gewichtsverteilung auf den Rädern

Je höher die Belastung eines Rades ist, umso höher ist wegen des stärkeren Aufstandsdrucks seine Bodenhaftung. Aus diesem Grunde beeinflusst die Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterräder das Handling-Verhalten eines Autos. Im allgemeinen liegt die Gewichtsverteilung auf vorne und hinten zwischen 35:65 und 45:55. Einstellen kann man die Gewichtsverteilung durch Verlegung schwerer Bauteile wie des Ni-Cd-Akkus in die gewünschte Richtung. Die Belastung von Vorder- und Hinterrädern kann durch die im Bild gezeigte Methode grob überprüft werden. Wichtig ist auch das der Schwerpunkt möglichst tief liegt, dh. das schwere Bauteile möglichst weit unten im Chassis verbaut sein sollten um eine negative Gewichtsverlagerung zu minimieren.



Flügel und Spoiler

Der an vielen Rennwagen angebrachte Flügel soll die Stabilität bei hohen Geschwindigkeiten erhöhen. Bei einem funktionsgesteuerten Auto wird der hintere Flügel dazu verwendet, die Hinterräder herabzudrücken, um damit die Haftung auf der Straße zu verbessern. Hierdurch wird der Druck der Hinterräder auf die Straße gegenüber den Vorderrädern erhöht, das Fahrverhalten ändert sich hin zu einem Untersteuern. Je schneller der Wagen wird, umso wirkungsvoller wird der Flügel. Das heißt, der Andruck auf die Hinterräder wird größer. Sie können dem Wagen eine ausgezeichnete Kurveneigenschaft für niedrige Geschwindigkeiten vermitteln und ihm dennoch seine hervorragende Stabilität bei schnell gefahrenen Langstrecken erhalten, je nachdem, wie der Flügel eingestellt wird. Ein derartiger Wagen wird sich bei hoher Geschwindigkeit durch eine gute Straßenlage auszeichnen. Die Wirkung des Flügels läßt bei flacher Einstellung nach. Je höher der Anstellwinkel ist, umso höher ist die Kraft nach unten. Leider erhöht sich dann auch der Luftwiderstand und die Schnelligkeit des Wagens nimmt ab. Deshalb muß die Einstellung des Flügels sehr sorgfältig vorgenommen werden. Bei einer guten Einstellung wird eine ideale Lenkbarkeit des Fahrzeugs erreicht.



Ein zu grosser Flügel erhöht den Luftwiderstand

Je größer ein Flügel und sein Anstellwinkel ist, umso stärker ist die vom Luftstrom während der Fahrt erzeugte Abwärts-Kraft. Andererseits wird ein zu großer oder zu steil angestellter Flügel mehr Luftwiderstand als wünschenswert erzeugen, wodurch die Fahrgeschwindigkeit des Autos zurückgeht. Die Anordnung eines Flügels/Spoilers hat auch Einfluß auf seine Wirkung. Vorne angebracht erhöht er die Haftung der Vorderräder und umgekehrt.

Die Abwärtskraft ändert sich mit der Fahrgeschwindigkeit

Flügel und Spoiler erzeugen während der Fahrt mehr Abwärts-Kraft, wenn das Auto schneller fährt. Wenn das Auto zum Übersteuern neigt, verwenden sie einen großen, stark angestellten hinteren Flügel. Bei hoher Fahrgeschwindigkeit wird er mehr Abtriebskraft erzeugen und die Haftung der Hinterräder erhöhen, wodurch ein untersteuerndes Fahrverhalten erreicht werden kann. Geht die Geschwindigkeit zurück, läßt der Effekt des Flügels nach und das Auto nimmt sein ursprüngliches Übersteuerverhalten wieder an.

Den Flügel sicher Befestigen

Wenn ein Flügel mit einer biegsamen Halterung am Fahrgestell befestigt ist, kann das Auto die von ihm erzeugte Abwärtskraft nicht wirkungsvoll nutzen. Die Flügel einiger Autos sind direkt an ihrer Polycarbonat-Karosserie befestigt. In diesem Fall muß die Karosserie selber sehr fest mit dem Chassis verbunden werden.

Stoßdämpfer und Federn

Stoßdämpfer:

Hätte ein Auto nur Federn und keine Dämpfer würde das Fahrzeug auf dem Asphalt herumspringen. Die Dämpfer sorgen zusammen mit den Federn für ein sanftes Abfangen des Wagens. Bei zu harten Federn und zu weichen Dämpfern würde das Auto also springen. Hingegen bei weichen Federn und harten Dämpfern miserabel auf der Strecke liegen. Es gilt also, ein ausgewogenes Verhältnis zu finden.

Dieser Parameter bestimmt also, ob sich der Dämpferkolben leicht (schnell) oder schwer (langsam) ausziehen läßt. Damit die Dämpfer wieder schnell genug ausfahren sollte man Dämpferöl verwenden, welches weniger dickflüssig ist und die Federn etwas härter einstellen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Räder immer einen optimalen Kontakt zum Boden haben. Läßt sich der Dämpfer schwer eindrücken wird mehr Wucht an das Auto weitergegeben: das Auto springt, hat aber mehr Grip in den Kurven.

Federn

Je härter die Federn, desto weniger schaukelt der Wagen in Kurven oder beim Überfahren von Bodenwellen, die Straßenlage

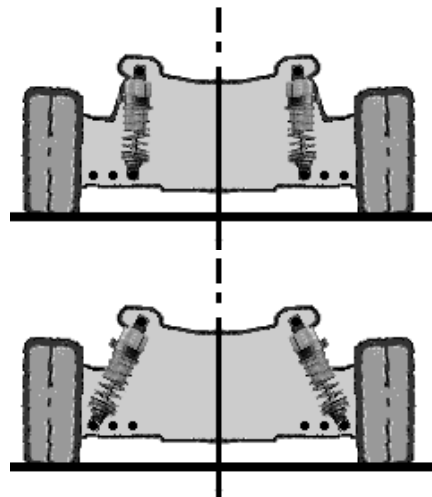
verbessert sich deutlich. Die Einstellung der Federhärte hängt eng mit dem Bodenabstand zusammen. Ist der Wagen tief, so sollten auch harte Federn benutzt werden, damit die Räder nicht ausschlagen bzw. der Unterboden aufsetzt. Allerdings können zu harte Feder dazu führen, dass der Wagen springt und sich nicht so schnell wieder einfängt, man verliert die Kontrolle. Bei größerer Bodenfreiheit kann man ruhig weicher einstellen, um einen besseren Bodenkontakt zu erzielen. Da jedoch meist eh auf glatten Asphaltflächen gefahren wird empfiehlt es sich, die Federn ruhig etwas härter einzustellen.

Harte Federn	Das Rc Car reagiert schneller auf ihre Lenkbefehle und eignet sich somit für enge, sehr griffige Strecken. Das Fahrverhalten wird somit agiler.
Weiche Federn	Bewirken eine bessere Traktion und sind somit die bessere Wahl bei unebene Strecken mit wenig Grip. Das Fahrverhalten wirkt träge und die Rollneigung wird erhöht.

Welche Einstellungen Sie treffen müssen um einem Über-/Untersteuern entgegenzuwirken finden Sie in diesem Handbuch im Bereich [Eigenlenkverhalten ermitteln](#)

Stoßdämpferposition

Genau so wichtig wie die Stoßdämpfer und die Federn ist die Dämpferposition. Denn die Härte der Dämpfer kann durch die Wahl anderer Befestigungspunkte, an der Dämpferbrücke bzw am unteren Querlenker, zusätzliche beeinflusst werden. Je steiler, bzw je weiter innen die Dämpfer am Querlenker befestigt werden, desto härter wird die Federung. Weniger Seitenführungskraft.



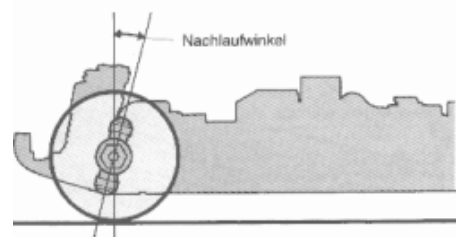
Je geneigter, bzw je weiter aussen am unteren Querlenker, die Dämpfer befestigt werden, desto weicher wird die Federung. Die Federkraft steigt beim Einfedern stetig an, d.h. sie ist anfangs weich und wird immer härter je weiter der Dämpfer einfedert, man spricht von einer progressiven Federung. Mehr Seitenführungskraft.

Bodenfreiheit

Die Bodenfreiheit wird verändert indem an den Stoßdämpfern Clips in C-Form, oder eine Einstellmutter vorgespannt wird. Diese verändern nicht die Härte der Federn, denn die Federhärte ist durch den Fertigungsprozess vorgegeben und kann nicht so ohne weiteres verändert werden. Mit vorgespannten Federn ändert sich also nur die Höhe (Bodenfreiheit) des Chassis. Je mehr die Feder also vorgespannt ist, desto größer ist die Bodenfreiheit an der betreffenden Achse. In der Regel reicht es aus das Auto vorn auf 5mm, und hinten auf 5-8mm Bodenfreiheit einzustellen. Wenn die Strecke keine großen Unebenheiten hat, kann auch weniger Bodenfreiheit eingestellt werden, um den Schwerpunkt des Fahrzeugs niedriger zu legen und so eine höhere Stabilität in Kurven zu erreichen. Jedoch sollte der Unterschied zwischen Vorder- und Hinterachse nicht mehr als 4mm betragen.

Nachlaufwinkel

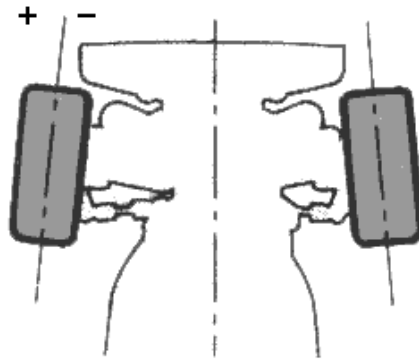
Dieser Winkel sagt aus, wie stark der Lenkzapfen im vorderen Achsschenkel aus der Vertikalen nach rückwärts geneigt ist. Ganz allgemein verbessert ein größerer Nachlaufwinkel den Geradeauslauf des Autos vor allem bei hohen Geschwindigkeiten. Je größer jedoch der Nachlaufwinkel ist, umso mehr neigen sich die Vorderräder beim Lenken. Das kann bei Kurvenfahrt die Bodenhaftung verschlechtern und zu ungleichmäßigem Verschleiß des Reifenprofils führen.



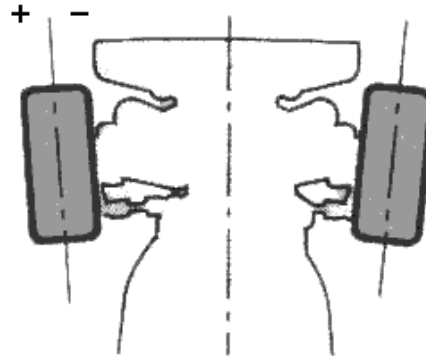
Spur

Dieser Ausdruck gibt an, ob die Räder beiderseits parallel stehen oder von oben gesehen einen Winkel bilden. Wenn sie leicht nach vorne eingeschlagen sind, nennt man dies "Vorspur", wenn sie nach vorne auseinandergehen, ist das eine "Nachspur"-Einstellung. Wenn sie zueinander parallel sind, nennt man dies neutral. Die Spur lässt sich mit Hilfe von Spurstangen welche ein Rechts/Links Gewinde besitzen ändern.

Vorspur : Durch eine Vorspur der Vorderräder untersteuert das Auto. Dieses Fahrverhalten ist einfacher zu kontrollieren als Übersteuern, da durch Gas wegnahme das auto wieder eingefangen werden kann. Guter Geradeauslauf.



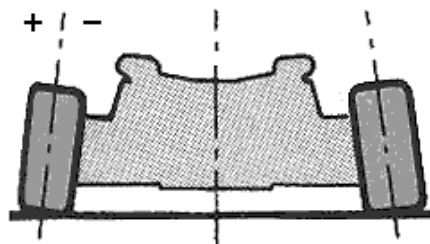
Nachspur : Durch eine Nachspur der Vorderräder übersteuert das Auto sehr schnell. Dieses Fahrverhalten ist schwer zu kontrollieren, da das Auto ins schleudern gerät. Hinterräder habe ich noch nie mit einer Nachspur gesehen. So ein Auto würde wahrscheinlich auch nie richtig Geradeausfahren.



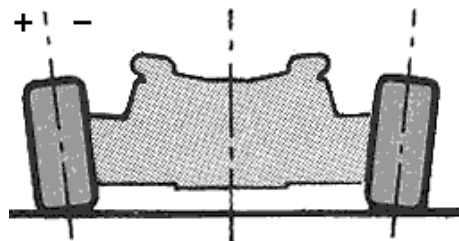
Sturz

Dies ist der Winkel, den die Räder bilden, wenn man sie genau von vorne oder hinten anschaut. Wenn sie sich oben nach innen neigen, bilden sie einen negativen Sturz. Falls sie oben nach außen geneigt sind, haben sie positiven Sturz. Bei Kurvenfahrten, wird das Kurvenäußere Rad stärker belastet als das Kurveninnere. Das Rad neigt nun dazu, bedingt durch die Fliehkraft und der Achsgeometrie, ein wenig einzuknicken, da das Auto seine momentane Fahrtrichtung beibehalten will. Gehen wir mal davon aus, das Rad hätte 0° Sturz was passiert nun mit der Lauffläche des Reifens bei einer Kurvenfahrt? Richtig, sie wird kleiner. Um eben diesen Effekt entgegen zu wirken, wird der Sturz angepasst. Um die Haftung bei Kurvenfahrt zu erhöhen ist ein negativer Sturz einzustellen, um sie zu verringern ein positiver Sturz. Ob der Sturz richtig eingestellt ist, erkennt man sehr gut am Verschleiss der Reifen. Laufen beide Vorderräder gleichmässig über die gesamte Breite des Reifens ab, dann ist alles richtig eingestellt. Laufen die Reifen jedoch eher (stärker) auf der äusseren Seite ab, dann muss der Sturz erhöht werden.

Negativer Sturz: weniger Griff an dieser Achse, aber ein besseres (ruhigeres) Kurvenverhalten. Deshalb fährt man auf Teppich mit recht viel Sturz (2-3 Grad vorne und 2-5 Grad hinten) und auf Asphalt eher wenig Sturz (1-2 Grad vorne und 0-1 Grad hinten). Man sollte es aber nicht übertreiben. Ein zu großer negativer Sturz vorn führt zu übersteuerndem Verhalten.

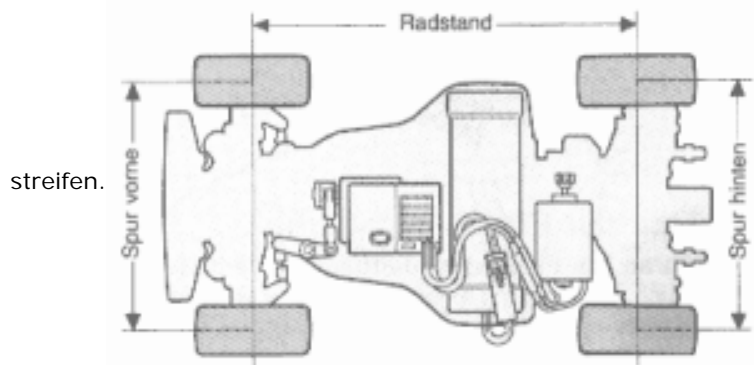


Positiver Sturz : mehr Griff an dieser Achse aber ein schlechteres Kurvenverhalten. Will man bewusst untersteuerndes Verhalten einstellen, so muss der Sturz der Vorderräder neutral bis leicht positiv sein.



Radstand und Spur

Radstand nennt man den Abstand zwischen Vorder und Hinterachse eines Autos. Unter **Spur** ist der Abstand zwischen den linken und rechten Rädern zu verstehen. Bei gleicher Spur hat ein Auto mit längerem Radstand den besseren Geradeaus-Lauf und schlechter Kurvengängigkeit. Autos mit verstellbarem Radstand sind nicht üblich, in manchen Fällen ist dies durch Einbau von Distanzstücken oder Austausch von Fahrgestellteilen usw. möglich. Die Spur kann durch den Einsatz breiterer oder schmalerer Räder verändert werden, wobei Ihr jedoch darauf achten solltet, daß die Räder nicht an der Karosserie



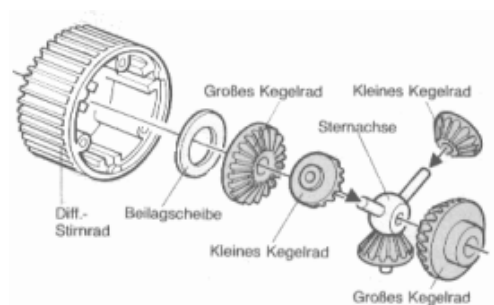
Getriebe

Differentialgetriebe

Fährt ein Auto um die Kurve, ist die Strecke, welche die inneren Räder zurücklegen, kleiner als die der äußeren. Das Differentialgetriebe sorgt für ein besseres Kurvenverhalten, indem es diese Unterschiede mittels Drehzahlveränderung jeden Rades ausgleicht. Ohne Differential neigt ein Auto dazu, größere Bögen zu fahren oder Kurven unsauber zu nehmen.

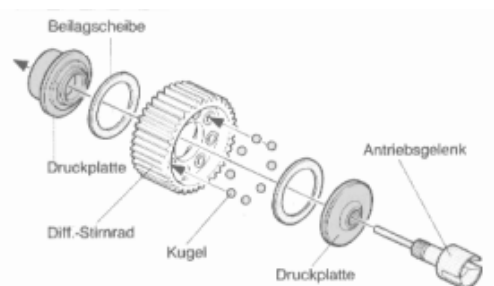
Kegelrad Differential

Dieses Differentialsystem wird sowohl in original großen Fahrzeugen als auch in Rc Cars eingesetzt. Bei Geradeausfahrt, wenn außerdem linke und rechte Räder auf dem Boden sind, arbeitet das Differential nicht, sondern die Motorleistung wird gleichmäßig auf beide Räder übertragen. Bei Kurvenfahrt drehen sich die Kegelräder im Differential entsprechend dem Weg der linken und rechten Räder und gleichen so deren Drehzahlunterschied aus. Ein Nachteil dieses Systems ist die Tatsache, dass wenn ein Rad auf irgendeiner Seite den Bodenkontakt verliert, die Leistung nur verwendet wird, dieses Rad zu drehen, wogegen sich das Rad, das noch Bodenhaftung hat, stehen bleibt, wodurch der gesamte Vortrieb für das Auto verloren geht.



Kugeldifferential

Dies ist ein ausschließlich in Rc-Cars verwendetes Differentialsystem. Ein Kugeldifferential besteht aus Metallkugeln, die zwischen zwei Druckplatten eingepackt sind. Diese Kugeln arbeiten wie kleine Kegelräder in einem Zahnradifferential und gleichen den Drehzahlunterschied zwischen den rechten und den linken Rädern bei Kurvenfahrt aus. Selbst wenn ein Rad den Boden verläßt, wird durch die Reibung, welche der Druck auf die Kugeln verursacht, immer noch in gewissem Ausmaß Leistung zu dem auf dem Boden stehenden Rad übertragen, so daß der völlige Verlust an Vortriebskraft vermieden wird. Der Anpreßdruck kann durch Anziehen einer Schraube und Zugabe von Distanzstücken oder Beilagscheiben etc. eingestellt werden. Zu geringer Anpreßdruck führt zum Durchrutschen der Kugeln, so daß keine Leistung an die Räder gelangt.



Freilaufdifferentiale

Die Hinterräder fahren in der Kurve weiter innen als die Vorderräder, so daß die vorderen Räder sich schneller drehen als die hinteren. In einem über Gelenkwellen getriebenen Allradauto sind Vorder- und Hinterräder über eine Antriebswelle verbunden, der Drehzahlunterschied verursacht eine Verspannung dieser Antriebswelle. Freilaufdifferentiale wurden entwickelt, diesem Problem zu begegnen. Ein Freilaufdifferential ersetzt das vordere Differenzial und koppelt den Antrieb der Vorderräder aus, sobald die Drehzahl kleiner wird (bei Gaswegnahme). So daß die Vorderräder ohne Antrieb frei laufen. Das hat mehrere Vorteile:

Das Untersteuern beim 4 WD Fahrzeug wird vermieden und eine höhere Kurvengeschwindigkeit erreicht, da der Freilauf die Vorderräder in der Kurve nicht Beschleunigt und somit die Räder ungleich schnell drehen können. Desweiteren hat man mehr Beschleunigung aus der Kurve raus, da der Freilauf sperrt und dann wie eine Starrachse wirkt. Damit kann man die meisten Strecken (ohne sehr Enge Wenden) zügiger und gleichmäßiger durchfahren.

Nachteil:

Man kann nicht mehr bremsen, da die Bremse nur noch auf der Hinterachse wirkt und die hinteren Räder dann blockieren, da die Vorderräder ja frei laufen. Dies führt meist zu einem Dreher.

Also ist ein Freilauf für Parkplatzfahrer wo eine Bremse gute Dienste leistet keine gute Lösung, da das Auto nur noch auf der hinterachse gebremst wird. Allerdings ist es für Wettbewerbsfahrer ein Muss da es für Sie mehr Vorteile bringt.

Reifen Die Qual der Wahl

Die Reifen sind eine sehr wichtige Komponente, die einiges zum Fahrverhalten eines Fahrzeuges beiträgt. Denn der Reifen bildet das Bindeglied zwischen dem Fahrzeug und der Fahrbahn. Es gibt zwei grundlegende Arten von Rc Car Reifen. Zum einen den Hohlkammerreifen welche aus einer Gummigemisch hergestellt wird und zum anderen einen Vollreifen aus Moosgummi. Beide Arten von Reifen werden generell mit der Felge verklebt um ein abrutschen des Reifens von der Felge zu vermeiden.

Hohlkammerreifen

Hohlkammerreifen sind meist Standardausrüstung (Baukasten) eines Fahrzeuges. Diese Art von Reifen eignen sich für Hobbyfahrer, aber auch für Renneinsätze. Man unterscheidet hier zwischen „Belted“ und „Non Belted“ Reifen. „Belted“ Reifen haben auf der Innenseite der Lauffläche eine Gewebereinlage, die dem Reifen eine bessere Stabilität verleiht und auch das Aufblähen bei hohen Drehzahlen vermeidet. „Non Belted“ Reifen haben keinerlei Verstärkungen im Gummi eingearbeitet und neigen daher zur Instabilität, sprich Verformung. Dieser Verformung kann aber mittels „Belt Tape“ entgegengewirkt werden. Mit diesem Klebeband kann man „Non Belted“ Reifen selbst verstärken.

Die Reifen lassen sich desweiteren nach ihrer Oberfläche einordnen. Reifen mit glatter Oberfläche werden "Slicks" genannt, und Reifen die eine profilierte Oberfläche aufweisen nennt man "Profilreifen". Slicks haben den Vorteil, dass sie mehr Auflagefläche aufweisen und so auf geeignetem Untergrund für mehr Grip sorgen. Ein weiterer Vorteil ist die geringere Gleitreibung des Reifens, die den Kraftaufwand und den Stromverbrauch senken könnte. „Slicks“ sind jedoch nur auf sauberem Untergrund zu empfehlen (Halle, permanente Strecke), denn Staub und sonstige Verunreinigungen bilden unter dem „Slick“ eine Art Gleit-Polster (vergleichbar mit Kieselsteinen unter einem 1:1 Autoreifen).

Für solche Bodenbeschaffenheiten eignet sich ein Profilreifen. Dieser kann durch seine Längsrillen den Staub absorbieren und sorgt somit für optimalen Grip. Natürlich ist auch der Härtegrad des Reifens ausschlaggebend. Es gibt dafür zwei einfache Grundregeln:



Slicks



Profil Reifen

Je wärmer der Asphalt, desto härter der Reifen und umgekehrt
Je rutschiger der Untergrund, desto weicher der Reifen und umgekehrt

Der Härtegrad des gesamten Reifens wird durch eine Reifeneinlage bestimmt. Diese Reifeneinlagen sind in verschiedenen Härten erhältlich und sollten auf den Untergrund abgestimmt werden.

Zum Abschluss des Hohlkammerreifens noch ein kurzer Beitrag zum Thema Reifenbreite. Bevorzugt werden Reifen mit einer Breite von 25mm bis 27mm verwendet. Ausnahmen sind vor allem 2WD-Fahrzeuge, diese haben an der Hinterachse meist breitere Reifen (30mm) aufgezogen, um mehr Haftung auf die antreibenden Hinterräder zu bekommen. Grundsätzlich ist es aber so, dass schmalere Reifen schneller warm werden und so für konstanteren Grip sorgen.

Moosgummireifen

Moosgummireifen werden meist im Renneinsatz verwendet, können aber durchaus auch für den Hobbygebrauch verwendet werden. Bei Moosgummireifen gibt es nur die Variante des „Slick“. Der Vorteil eines solchen Reifens liegt darin, dass er leicht ist aber dennoch die ganze Auflagefläche zur Verfügung hat und somit für optimalen Grip sorgt. Der oben angesprochene Staub wird bei diesem Reifen durch die Vielzahl an kleinen Poren absorbiert und ist sozusagen ein Allround-Reifen. Der Härtegrad wird in „Shore“ angegeben. Je höher die Shore-Zahl ist, desto härter ist der Reifen und umgekehrt. Was den Untergrund betrifft, gelten auch hier die beiden Regeln:

Harte Reifenmischung = bei hohen Temperaturen

Weiche Reifenmischung = bei niedrigen Temperaturen.

Ein weiterer Vorteil von Moosgummireifen ist, dass man sie bearbeiten kann. So werden Reifen oftmals für wichtige Läufe (Qualifikation) zugeschliffen. Das heißt, der Reifen wird so zugeschliffen, dass sein Durchmesser sinkt, was wiederum den Vorteil eines geringeren Schräglaufwinkels hat und auch eines geringeren Radius des Reifens (je kleiner der Reifenradius, desto schneller wird er). Dass diese Methode nicht unbedingt die kostenfreundlichste ist, muss wohl nicht betont werden.



Moosgummireifen

Wenn man nur auf Parkplätzen fährt (keine Rennen), sollte man einen Reifen wählen der länger hält.

Reifeneinlagen

Um eine bessere Haftung des Reifens zu erzielen werden bei Hohlkammerreifen Einlagen aus Schaumstoff oder speziell geformten weichen Polyurethanschaum eingesetzt. Diese Einlagen wirken wie der Luftdruck bei einem richtigen Auto und sorgt für ein besseres gleichmässigeres "Verhältnis" zwischen der Fahrbahn und dem Reifen. Die Art und Beschaffenheit der Reifeneinlage hat entscheidenden Einfluss auf die Gesamtperformance des Reifens. Je weicher die verwendete Reifeneinlage, desto höher der Grip auf der Strecke, desto höher ist allerdings auch der Verschleiß des Reifens.

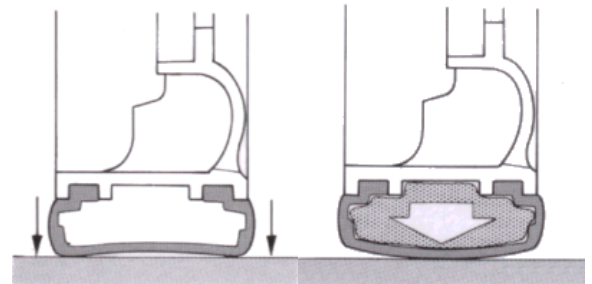
Mit drei Sorten an Einlagen kommt man sehr gut aus.

Weiche Einlage: Diese sollte man auf rutschigem Teppich oder rutschigem Asphalt probieren.

Mittelhart: Sie sind fast immer auf Teppich und griffigem Asphalt die erste Wahl.

Harte Einlagen: Diese sind manchmal an der Vorderachse sehr gut, weil sie ein präziseres Lenken ermöglichen.

Ein guter Trick bei der Suche nach dem richtigen Reifen ist es, die Reifen von vorne nach hinten zu wechseln, wenn das Auto sehr stark unter- bzw. übersteuert. Wer es nicht glaubt sollte es mal ausprobieren.



Reifen von der Felge lösen

Manchmal ist es so dass man Reifen kauft die schon verklebt sind aber keine Einlagen haben, man könnte sie ohne fahren, aber dies hat den Nachteil dass das Fahrverhalten schlecht ist und die Reifen sich unnötig abnutzen. Also müssen da Einlagen rein, aber wie ?!? Es gibt mehrere Möglichkeiten den Reifen von der Felgen zubekommen.

Eine wäre Aceton, man legt den Reifen, samt Felge in eine Behälter der Aceton beinhaltet. Dies hat aber den Nachteil, dass der Reifen sich auflöst ,bzw kaputt geht. Diese Möglichkeit kann man also nur anwenden wenn man den Reifen so oder so wegschmeißen wollte. Es sollte auch ausprobiert werden ob die Felge das aushält, also einen Tropfen Aceton auf die Felge tropfen und gucken was passiert.

Man kann die Felgen samt Reifen auch in kochendes Wasser halten, dabei löst sich der Kleber auf, allerdings hat das noch nie bei mir funktioniert und ich bezweifle das das gut für Reifen und Felge ist.

Die in meinen Augen beste Möglichkeit ist ein scharfes spitzes Messer, mit dem man vorsichtig in den Spalt zwischen Felge und Reifen schneidet, und so beides voneinander trennt. Dies verlangt zwar etwas Geduld und dauert auch ein weilschen, aber als Modellbauer sollte man das hinbekommen.

Fahren auf der Strecke

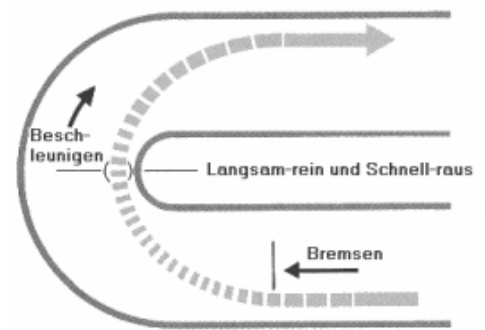
Das Fahren eines Rc Cars auf freier Fläche, z.B. auf einem Parkplatz, ist das Eine, aber Fahren auf einer Rennstrecke ist etwas völlig Anderes. Selbst wenn es nicht darum geht der Sieger zu sein und man völlig alleine fährt, wird das Fahren auf einer Rennstrecke das Fahrkönnen des Fahrers beträchtlich erhöhen. Zusätzlich können Sie an einer Rennstrecke die Techniken studieren, welche erfahrene Piloten mit hochgezüchteten Autos anwenden. Als kleine Einführung sollen die folgenden Punkte dienen, die aber auch auf dem Parkplatz gefahren werden können/sollten.

Die Kurventechniken

Um einen Wagen geradeaus zu steuern, bedarf es keiner besonderen Fähigkeiten. Der Antrieb des Wagens wird durch seine eigene Leistung begrenzt. Jedoch in Kurven bestimmt die Geschicklichkeit des Fahrers ganz entscheidend das Ergebnis. Und dies selbst bei Wagen, die die gleiche Leistung entwickeln. Besonders bei Hochgeschwindigkeitsrennen wird die Kurventechnik zu einem der entscheidenden Faktoren. Wenn man sich mit dem Wagen vertraut gemacht hat, sollte man versuchen, saubere, schnelle und gleichmäßige Kurven zu fahren. "Langsam-rein und Schnell-raus". mit dieser Regel liegt man bei der Steuerung in Kurven goldrichtig. Und weiter unten im Kapitel "Raus-Rein-Raus" wird man sehen, wie man einen Wagen lenken muß. Kurz gesagt, sollte der Fahrer also die Geschwindigkeit nach der Devise "Langsam-rein und Schnell-raus" kontrollieren und gleichzeitig den Wagen nach der "Raus-Rein-Raus"-Regel lenken.

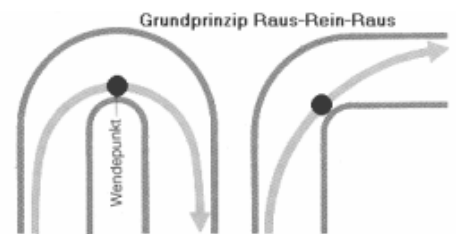
Langsam-Rein und Schnell-Raus

Die Technik besteht darin, vor dem Hineinfahren in eine Kurve, die Geschwindigkeit zu drosseln und sie nach dem Kurveninnenbogen wieder zu erhöhen. Wenn man in eine Kurve hineinfährt ohne die Geschwindigkeit zu vermindern, wird der Wagen vor dem Ende der Kurve instabil reagieren. Die Geschwindigkeit muß verringert werden. Im Ergebnis ist das "Langsam-rein und Schnell-raus" die schnellste Methode, um Kurven zu fahren.



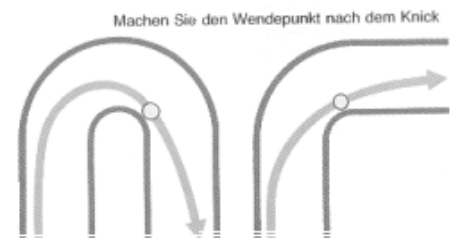
Raus-Rein-Raus

Wie illustriert, ist das eine Methode, nach der man die Kurve von einer Linie am äußeren Rand der Kurve her ansteuert und dann nach innen zieht. Der Wagen wird dann dem Wendepunkt am nächsten kommen und auf der Linie am äußeren Rand am Ende der Kurve weiterfahren. Auf diese Art und Weise nimmt der Wagen die Kurve auf einem Wendekreis mit dem größten Durchmesser. Und indem der Wagen die volle Breite der Kurve nutzt, wird sie entschärft. Deshalb wird der Wagen in die Lage versetzt, sie schneller zu nehmen. Dies ist selbstverständlich in jedem Autorennen am Bildschirm zu erkennen. Selbst die aktuellen Autosimulationen am PC oder der Konsole können dazu dienen, dies zu simulieren.



Den Berührungspunkt nach dem Scheitel setzen

Eigentlich ist es noch vorteilhafter, wenn man den Wendepunkt etwas hinter den Kurvenknick legt, weil man dadurch den letzten Teil der Kurve noch schneller nehmen kann. Der Wagen kann zu Beginn der dann folgenden Geraden noch stärker beschleunigt werden, obwohl der Anfang der Kurve etwas schärfer genommen werden muß. Fahrzeuge mit einem Freilauf dürften hier Vorteile haben, da der Freilauf beim Beschleunigen sperrt.

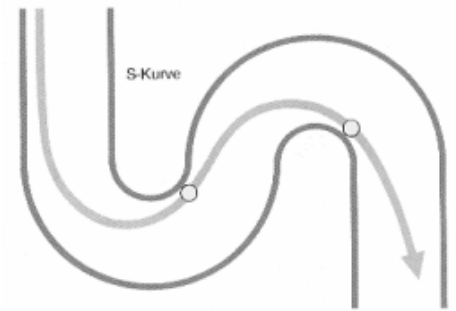


Beschleunigen in der zweiten Kurvenhälfte ist wichtig

Die beiden Techniken "Langsam-rein und Schnell-raus" und "Raus-Rein-Raus" legen mehr Wert auf die Spritzigkeit des Wagens in der zweiten Hälfte der Kurve als in der ersten und wurden aus diesem Grund entwickelt. Dies hat etwas mit der Beschleunigung eines Wagens zu tun. Das heißt, ein Wagen, der in der zweiten Hälfte einer Kurve seine Geschwindigkeit schneller steigern kann als andere Wagen, kann leicht die Führung auf der vorausliegenden Geraden übernehmen. Voraussetzung ist natürlich eine gleiche Belastung der Wagen und eine gleiche Höchstgeschwindigkeit. Diese Grundregel gilt für alle Kurven mit Ausnahme der weitläufigen Kurven, in denen man die Geschwindigkeit gar nicht verändern brauchen.

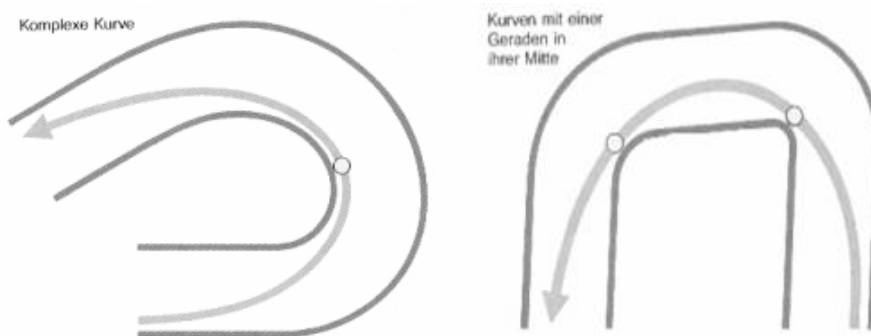
In einer Schikane ist die letzte Kurve die Wichtigste

Bei hintereinanderliegenden Kurven ist die letzte Kurve die wichtigste. Man sollte das Fahrzeug auf einer Straße mit aufeinanderfolgenden Biegungen so steuern, daß er die leichteste Wendung an der letzten Kurve machen kann. Auf diese Weise kann man beschleunigen, sobald man wieder auf der Geraden angekommen ist.



Betrachtet komplizierte Kurven wie eine Kurve

Man sollte komplizierte Kurven als eine geschlossene Einheit betrachten. Durch eine komplizierte Kombination von Kurven mit verschiedenen Durchmessern kommt man am besten durch, wenn man sie wie eine einzelne, komplexe Kurve betrachtet und sie entsprechend ansteuert. Selbst bei aufeinanderfolgenden Kurven mit dazwischen liegenden geraden Streckenteilen, kann man elegant die Kurve nehmen, wenn man sie als eine einzige Kurve betrachtet.



Leichte Kurven an der Innenseite befahren

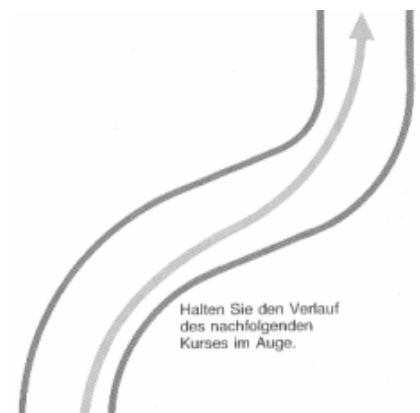
Auch wenn grundsätzlich die Regeln "langsam rein, schnell raus" und "außen raus" für Kurvenfahren gelten, so gibt es doch, wenn die Kurve leicht genug ist, wenig oder keinen Anlaß, die Geschwindigkeit stark zurückzunehmen. Verständlicherweise bringt es Vorteile, die Kurve nach Möglichkeit an der Innenseite zu befahren.

Gesamtverlauf des Kurses

Auch wenn es eine ganze Reihe von Tips gibt, wie bestimmte Kurven zu nehmen sind, ist eine Rennstrecke doch eine Folge von Geraden und Kurven. Es ist daher wichtig, den gesamten Verlauf der Rennstrecke zu beachten und sich eine zügige Fahrspur über die gesamte Runde zurechtzulegen. Wiederholen Sie die Übungsrunden und versuchen Sie dabei verschiedene Strecken, um die Ideallinie zu finden. Das Unterbieten der eigenen Rundenzeit bei Versuchsfahrten ist eines der größten Erfolgserlebnisse beim Funkfernsteuern.

Bei höherer Leistung muss die gefahrene Linie geändert werden

Wenn ihr Auto eine bessere Höchstgeschwindigkeit erzielt, zum Beispiel weil Sie einen stärkeren Motor eingebaut haben, ist am Kurveneingang stärkeres Abbremsen erforderlich. Nicht nur die Geschwindigkeit, auch das Handling, die Reifenhaftung usw. bestimmen die Linie, die das Auto fahren sollte.

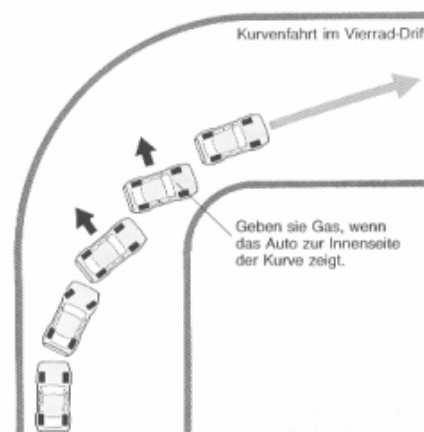


Fortschrittliche Kurventechniken

Nicht alleine mit Lenken, sondern durch zusätzliche Kombination mit der Gassteuerung, lassen sich verschiedene Kurventechniken erzielen. Üben und perfektionieren Sie dies für wesentlich schnellere und zügigere Kurvenfahrten.

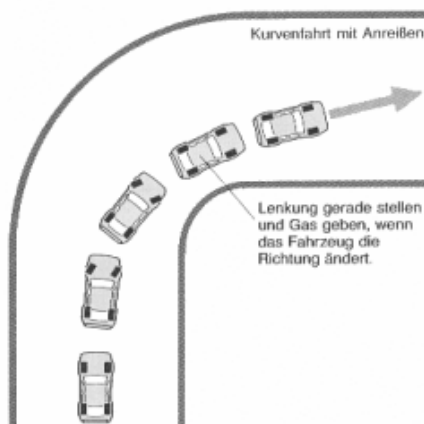
Vierrad Drift

Diese Technik wird durch Übersteuern beim Anbremsen zu Beginn der Kurvenfahrt eingeleitet. Wenn die Hinterräder nachaußen zu rutschen beginnen und die Nase zum Kurveninnenrand hinzeigt, stellen Sie die Lenkung gerade und geben Gas. Das Auto wird die Kurve auf allen vier Rädern schiebend nehmen. Diese Technik ist für heck- und allradgetriebene Rc Cars geeignet.



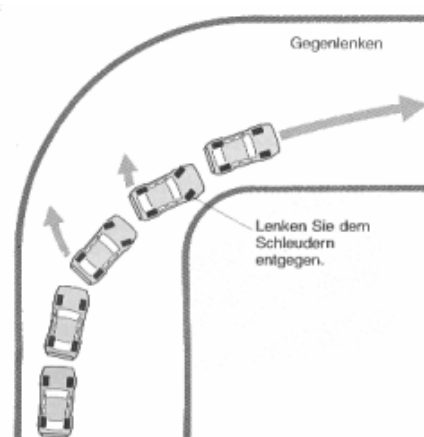
Anreissen

Diese Technik ist ausschließlich für Autos mit Vorderradantrieb. Fahren Sie gerade auf die Kurve zu, nehmen das Gas weg und lenken gleichzeitig scharf in die Kurve. Das Auto wird ziemlich plötzlich die Richtung ändern. Richten Sie es gerade und beschleunigen aus der Kurve hinaus.



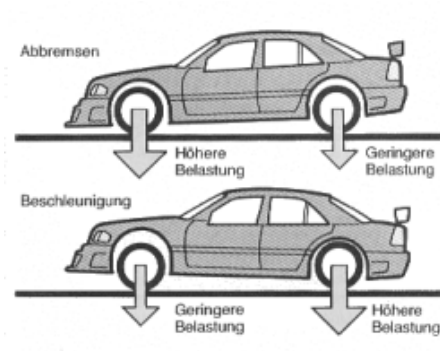
Gegenlenken

Der Ausdruck bedeutet, die Räder entgegengesetzt dem Kurvenverlauf einzuschlagen. Wenn ein Auto zu schnell in eine Kurve einfährt, können die Hinterräder ausbrechen, was zu einem Dreher führt. Um diesen zu verhindern, lenkt in die Schleuderrichtung. Diese Technik wird verwendet, um einen Dreher des Autos zu vermeiden, nicht zur Erhöhung der Kurvengeschwindigkeit.



Gewichtsverlagerung bei Kurvenfahrten

Solange das Auto mit konstanter Geschwindigkeit fährt, entspricht seine Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterräder einem festen Verhältnis. Beim Bremsen ergibt sich infolge der Massenträgheit eine höhere Belastung der Vorderachse, wodurch die Lenkung schärfer reagiert. Das Gegenteil davon passiert beim Beschleunigen, wo sich die Belastung der Hinterräder erhöht und damit das Ansprechen der Lenkung verringert. Sowohl der Vierrad-Drift als auch das Anreissen arbeiten mit dieser Gewichtsverlagerung um das gewünschte Kurvenverhalten zu erzeugen.



Fahren sie so,als wären sie im Rennen

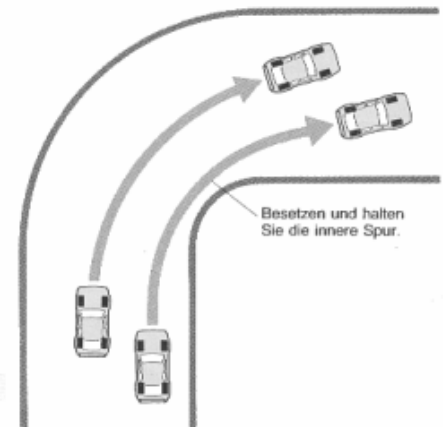
Bei einem Rennen fahren viele Autos zur gleichen Zeit. Wenn Sie sich mit Rennen vertraut machen wollen, ist es am besten mit Freunden als Gruppe Übungszeiten zu vereinbaren. Es ist wichtig, den Unterschied zwischen Fahren für sich und in einem Rennen zu merken. Sie werden feststellen, daß die Strecke mit all den Autos enger zu werden scheint und daß es schwieriger wird, die gewünschte Linie beizubehalten. Erfahrung zählt, wenn Sie Ihr Auto von den anderen fernhalten wollt.

Start

Das Ergebnis des Rennens hängt manchmal ganz vom Start ab, obwohl ein schneller Start nicht immer von Vorteil ist. Auf der Strecke zwischen dem Start und der ersten Kurve ereignen sich häufig die meisten Unfälle, weil die Teilnehmer des Rennens zu eng aufeinander fahren. Entscheiden Sie je nach den Fahreigenschaften Ihres Wagens, der Auslegung der Strecke usw., wie Sie starten wollen.

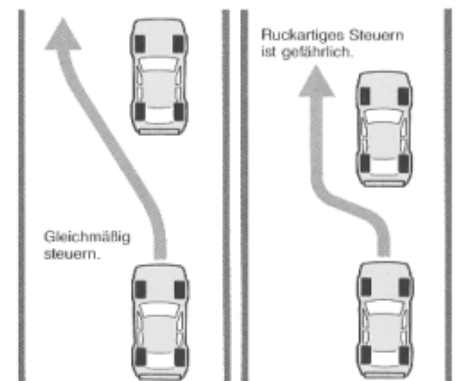
Besetzen und halten der Ideallinie in Kurven

Wenn Sie in der Kurve mit einem Gegner kämpfen, besetzen Sie am besten die innere Fahrspur und behaltet diese, um in Führung zu bleiben. Nur wenn Ihr Auto eine höhere Höchstgeschwindigkeit als das des anderen hat, können Sie außen vorbeifahren. Was jedoch eine Menge an Fahrerischen Können voraussetzt. Zu frühes Einnehmen der inneren Fahrspur kann zum hinausschießen aus der Kurve, und somit zum Zeitverlust führen. Während es Sie an den Fahrbahnrand hinausträgt, fährt der Gegner locker innen vorbei. Um das zu vermeiden, klammern Sie an die Innenseite und zwingen Ihren Gegner, seine Beschleunigung zu verzögern. Das Besetzen und Halten der Ideal-linie in der Kurve ist das A und O, um in der Kurve die Führung zu halten. Das Aufeinandertreffen von Autos in einer Kurve sind die aufregendsten Momente im Rennen, vermeiden Sie aber eine zu ergeizige Fahrweise, die Kollisionen und Beschädigungen verursachen kann, was jedem die Freude am gesamten Rennen nehmen kann.



Wie man andere überholt

Sie können an verschiedenen Stellen versuchen, einen anderen Wagen zu überholen. Auf einer Geraden ist dies am sichersten. Es ist gefährlich den Überholvorgang zu beginnen, wenn Sie dem Wagen dicht auffahren. Stattdessen sollten Sie Ihren Wagen so bald wie möglich ein wenig ausscheren und ihn dann überholen. Sie können ganz gleich auf welcher Seite überholen. Am besten da wo gerade viel Platz ist. Wenn der Platz auf jeder Seite ungefähr gleich breit ist, sollten Sie sich für die Innenseite der nächsten Kurve entscheiden, um somit die Kurve besser angehen zukönnen. Das Überholen in einer Kurve ist im Vergleich zum Überholen auf einer Geraden gefährlich. Wenn der Fahrer des Wagens, den Sie überholen wollen, nicht gut fahren kann, können Sie durch sein Schleudern in Mitleidenschaft gezogen werden. Um das Überholen einfacher zu machen, ist es ratsam, auf die Innenseite des gegnerischen Wagens zu fahren und nach der Kurve zu überholen.



Wenn das Auto instabil geworden ist

Wenn Sie in einen anderen Wagen hineingefahren sind, oder die Kontrolle über Ihr Rc Car verloren haben, sollten Sie an erster Stelle die Geschwindigkeit vermindern. Wenn Sie versuchen, die Stabilität durch weiteres Steuern wiederzuerlangen, wird der Wagen noch unkontrollierbarer werden. Beschleunigen Sie Ihr Rc Car Wagen erst wieder, wenn der Wagen langsam und stabil geworden ist.

Gehen wir auf die Rc-Rennstrecke

Rennstrecken für Rc-Automodelle werden zunehmend beliebter. Erkundigen Sie sich in Rc-Zeitschriften, wo es in Ihrer Nachbarschaft Rc Car Vereine und Strecken gibt. Vergewissern Sie sich vorher, ob es eine Flachbahner- (Onroad) oder Geländestrecke (Offroad) ist und ob sie für Elektro- oder Verbrennerfahrzeuge gedacht ist. Da solche Plätze von vielen Rc-Fans besucht werden, ist der Frequenz-Abgleich sehr wichtig. Befolgen Sie die Platzhinweise, damit alle gleichen Nutzen aus der Strecke ziehen.

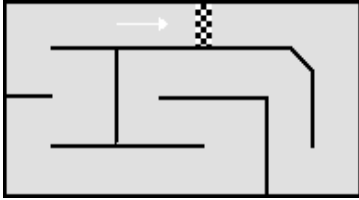
Befolgen Sie die Vorschriften des Platzes und die Anweisungen der Zuständigen.

Vergewissern Sie sich vor Einschalten des Senders, daß kein anderer diese Frequenz verwendet.

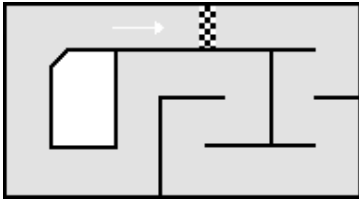
Schalten Sie Ihren Sender ausschließlich dann ein, wenn Sie Ihr Rc Car auch fahren wollen.

Fahren Sie nicht ewig an einem Stück, es könnte jemand mit Ihrer Frequenz auch fahren wollen. Überlassen Sie Ihren Platz dem Nächsten, wenn Sie einen Akku oder einen Tank leergefahren haben.

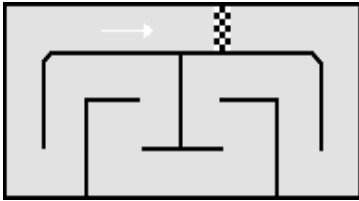
Streckenvorschläge



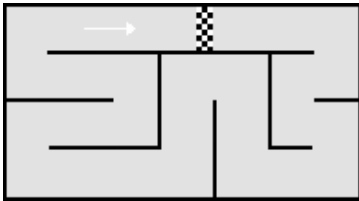
Einfach zu fahrende Strecke, auch geeignet für Einsteiger. Die schnelle Start u. Zielgerade wird gefolgt von engen Kurven.



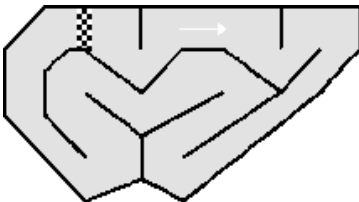
Der klare Streckenverlauf lässt auch den Rc Car Einsteiger gute Möglichkeiten sein Können unter Beweis zu stellen.



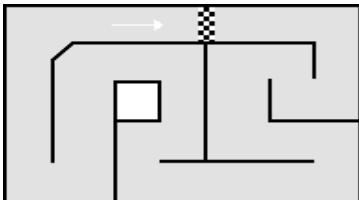
Gut zu fahrende Strecke, mit viel Topspeed. Die schnelle Start u. Zielgerade wird gefolgt von langen Kurven ermöglicht gute Überholmanöver.



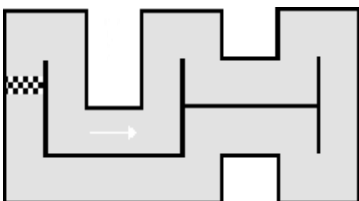
Der kurvige Kurs ist ideal für packende Zweikämpfe mit vielen Positionswechseln.



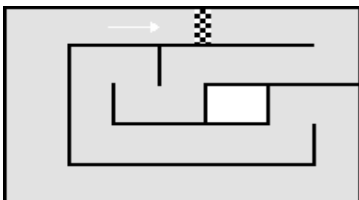
Sehr anspruchsvolle Strecke mit wenig Vollgaspassagen und vielen Haarnadelkurven. Fordert vom Fahrer den maximalen Einsatz.



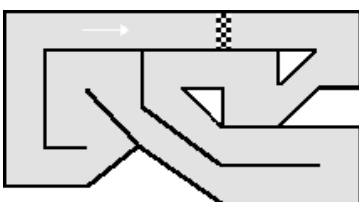
Nach der schnellen Start- u. Zielgeraden folgt eine schwierige, enge Schikane. Spannende Ausbremsmanöver am Ende der langen Geraden sind damit an der Tagesordnung.



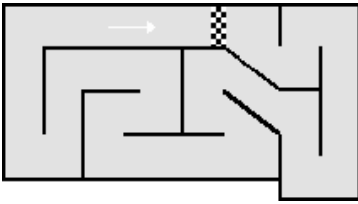
Sehr interessante Strecke mit schwierigem Start in die 1. Haarnadelkurve. Danach folgen schnelle Kurven die ein Überholen zulassen.



Absolute Hochgeschwindigkeitsstrecke mit wenig Schikanen. Hier werden mit die spektakulärsten Rennen ausgetragen, nicht zuletzt auch wegen den zahlreichen Crash's.



Abwechslungsreiche Strecke mit allem was den Rc-Car Fahrer begeistert. Schnelle Kurven und lange Geraden wechseln mit Haarnadelkurven.



Anspruchsvoller Streckenverlauf mit sowohl engen wie auch schnellen Kurven. Sehr kritisch ist die 1. Schikane nach Start u. Ziel.

by [Dac]

der-dac.de.vu
karsten-doering.de.vu

Version: 01. Oktober 2007