

Setup-Buch - Der Weg zum richtigen Setup
Setupbook - how to find the right setup

Ein paar Worte vorab ...

... mehr als 100 % Grip geht einfach nicht, auch nicht mit dem besten Setup.

Ziel des Setups ist eine gute Balance zwischen Vorder- und Hinterachse

- ... beim Beschleunigen,
- ... beim Bremsen,
- ... beim Einlenken in die Kurve,
- ... in der Kurve selbst,
- ... beim Herausbeschleunigen aus der Kurve,
- ... beim Hineinbremsen in die nächste Kurve,

je nach Fahrstil und Anspruch.

Und bitte nicht vergessen, das Hobby soll Spaß machen!

A few words to start with....

More than 100 % grip is not possible also not with the best setup.

Aim of the setup is the good balance between front and rear axle

...during acceleration

...during brake application

...when turning into the curve

... in the curve itself

...during acceleration out of the curve

...when braking into the next curve

depending on the driving style and demand.

And please don't forget, the hobby should be fun!

Wir möchten uns an dieser Stelle ganz herzlich bei Ray Wünsche für die zur Verfügungstellung seines Setupbooks bedanken. Wir sind überzeugt, dass seine Arbeit vielen Fahrern eine große Hilfe sein wird.

We would like to thank Ray Wünsche for providing us his setup book. We are convinced his work will be of great help to a lot of drivers.

Nicht alle Modelle bieten die Möglichkeit die Steifigkeit des Chassis zu beeinflussen. Falls doch, ist ein mittelhartes Chassis eine gute Wahl für die meisten Bedingungen und für den Anfang eines Setups. Für Strecken mit mehr Grip kann das Chassis weiter versteift werden und nur bei extrem griffigen Streckenbedingungen sollte die maximale Versteifung gewählt werden. Ein steiferes Chassis ermöglicht ein exakteres Setup, lässt die Aufhängung am Fahrzeug besser arbeiten und gewünschte Abstimmungseffekte werden nicht durch den Flex überdeckt. Je steifer das Chassis ist, desto besser muss aber dann die restliche Abstimmung des Fahrzeugs passen, um das Maximale herauszuholen. Durch einen Crash verbogene Chassisplatten sollten ausgetauscht werden, da damit kaum noch ein gutes und reproduzierbares Setup gelingt.

Versucht bitte nicht einen "Plastikbomber" perfekt einzustellen, das dies nicht wirklich funktioniert, habe ich auch lernen müssen. Tendenziell stimmt alles hier Geschriebene auch bei der Verwendung von Kunststoffteilen in der Aufhängung, es ist aber alles ein bisschen schwammiger und Einstellungen sind nicht wirklich "fest". Einmal Gas geben, der Kunststoff gibt nach, und alles ist anders. Der einzige Vorteil der Kunststoffteile liegt im Preis! Aluteile haben da ein besseres Feedback und sind aber leider um einiges teurer.

Not all model cars offer the possibility to influence the stiffness of the chassis. If yes, a medium hard chassis is a good choice for most of the conditions and for the beginning of the setup. On tracks with a lot of grip the chassis can be adjusted even harder. The maximum stiffness should just be chosen under conditions with maximum grip. A stiffer chassis facilitates a very accurate setup, lets the suspension of the vehicle work better and desired adjustment effects are not covered by the flexing of the chassis. The stiffer the chassis the more precise the adjustment should be in order to get out the maximum. A chassis bent through a race accident should be changed as a good and reproducible setup is almost impossible.

Please don't try to adjust a model car made of plastic perfectly. Unfortunately this isn't possible, also I had to learn this. The written here tends to be correct also with use of plastic parts in the suspension although the adjustments aren't really firm. Once accelerating plastic bends and everything is different. The only advantage of plastic parts is the price. Alloy parts do have the better feedback but are unfortunately also more expensive.

Reifen erwärmen sich beim Fahren und die meisten Reifen erzeugen erst bei optimaler Betriebstemperatur ausreichend Grip. Also entweder mit Reifenheizdecken vorheizen oder ein paar Runden zur Einführung drehen, bevor am Setup gearbeitet wird.

Weichere Reifen haben tendenziell mehr Grip als härtere und werden deshalb oft bei niedrigeren Außentemperaturen oder Strecken mit wenig Grip eingesetzt. Weichere Reifen verschleifen aber auch schneller als härtere und verschmieren bei Überhitzung. Bei höheren Außentemperaturen oder mehr Grip auf der Strecke kommen härtere Reifen zum Einsatz.

Ist der Reifen an der Hinterachse zu hart bricht das Auto hinten ständig aus, ein weicherer Reifen wäre hier eine gute Wahl. Hat der Reifen am Anfang aber viel Grip und nach 10 min bricht das Heck immer wieder aus, dann ist er zu weich. Man kann auch mit Sturz und Vorspur Einfluss auf die Reifentemperatur nehmen.

Ein härterer Reifen auf der Vorderachse führt zum Untersteuern, entsprechend ein weicherer Reifen vorn zum Übersteuern oder sogar zum Kippen des Autos. Durch die passende Reifenwahl findet man die Balance beim Grip zwischen Vorder- und Hinterachse. Ohne den richtigen Reifen kann ein gutes Setup nicht gelingen. Also zuerst die zu Temperatur und Strecke passenden Reifen auswählen und erst danach die Feinheiten im restlichen Setup suchen.

Reifen und Felgen müssen rundherum miteinander verklebt sein. Defekte Klebstellen hier bitte umgehend ausbessern. Weder Felge noch Reifen dürfen unrund laufen. Wenn der Rundlauf hier nicht stimmt, hilft auch das beste Setup wenig, da durch die Räder dann eine dynamische Unwucht erzeugt wird, die von der Aufhängung nicht mehr kompensiert werden kann.

The tyres warm up while driving. Most of the tyres do create just enough grip with optimal operation temperature. Therefore use tyre warmers or turn a few laps before you start working on the setup.

Softer tyres tend to have more grip than harder ones and are therefore mainly used with low outside temperature or on tracks with less grip. On the other hand softer tyres wear off faster and smear with overheating. With higher outside temperature or on tracks with more grip harder tyres are used.

In case the tyre is too hard the vehicle is instable on the rear axle, a softer tyre should be used. If the tyre has more grip in the beginning and after approx. 10 min. the rear axle is instable again, the tyre is too soft. It is also possible to influence the tyre temperature through camber and toe-in.

A harder tyre on the front axle leads to under steering a softer one to over steering or lets even tip the car. With the appropriate tyre you can find the balance between front and rear axle. It is almost impossible to find a good setup without the right tyre. Therefore first choose the appropriate tyre with regard to temperature and track and then look for the subtleties in the setup.

Tyres and rims have to be glued properly. Sloppy adhesive joints should be fixed immediately. Neither rims nor tyres may run out of center. If concentricity is not correct best setup wouldn't be useful as the wheels create a dynamic unbalance that cannot be compensated through the suspension.

Je geringer die gewählte Bodenfreiheit ist umso geringer ist auch die Höhe des Schwerpunktes am Fahrzeug. Da alle Kräfte während der Fahrt im Schwerpunkt des Fahrzeugs angreifen, ist ein möglichst niedriger Schwerpunkt empfehlenswert, um den Hebelarm zwischen Schwerpunkt und Reifenaufgabe auf der Strecke gering zu halten.

Wird die Bodenfreiheit zu gering eingestellt, setzt das Chassis beim Einfedern oder auch bei schneller Kurvenfahrt mit der Chassisplatte auf. Dies macht nicht nur hässliche Kratzer sondern das Modell auch schlecht fahrbar. Ein weiterer Nachteil zu geringer Bodenfreiheit ist es, dass die möglichen Ein- und Ausfederwege in der Aufhängung geringer werden. Ein höher liegendes Modell neigt zwar eher zum Kippen, hat aber mehr Traktion, da die Aufhängung gut arbeiten kann.

Die Bodenfreiheit wird über die Vorspannung der Stoßdämpferfedern eingestellt. Je nach Streckenbedingungen sind gute Startwerte für vorn ca. 7 mm und für hinten ca. 10 mm. Die Bodenfreiheit sollte an der Vorderachse immer geringer gewählt werden als an der Hinterachse. Dadurch wird zum einen ein möglicher aerodynamischer Auftrieb der Chassisplatte verhindert und zum anderen der mit mehr Gewicht belasteten Hinterachse auch mehr Einfederweg ermöglicht. Die Unterdruckerzeugung unter dem Chassis durch eine schräg nach hinten oben angestellte Chassisplatte kann als aerodynamischer Effekt eher vernachlässigt werden.

The less ride height the less height of center of gravity of the vehicle. As all forces during driving affect the center of gravity a low center of gravity is recommended in order to hold the lever arm between center of gravity and tyre surface on the track as low as possible.

In case the ride height is adjusted too low the chassis may touch the ground due to the front axle deflections. This doesn't just cause scratches but makes the car also poorly controllable. A further disadvantage is the fact that the suspension cannot move full way possible. Is the ride height adjusted higher the vehicle tends to tilt over but it has more traction as the suspension can work properly.

The ride height is adjusted through the damper springs. The adjustment depends on the track conditions standard values are approx. 7 mm in the front and approx. 10 mm in the rear. The ride height should also be lower at the front axle. This prevents aerodynamic lift of the chassis plate and gives more deflection travel. The generation of under pressure underneath the chassis due to a chassis plate inclined engaged to rear upper as aerodynamic effect can rather be neglected.

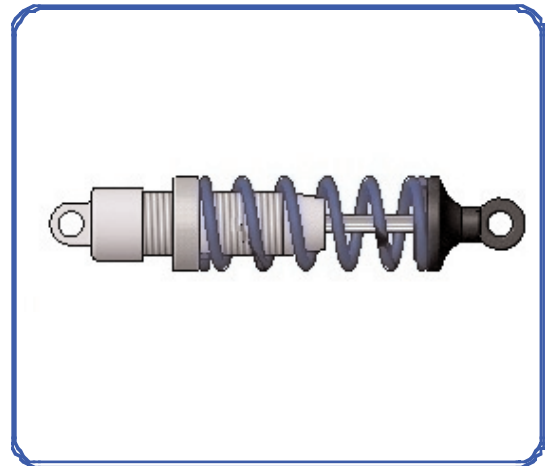
Bei einigen Fahrzeugen ist die Verwendung von Ballast notwendig um das vorgeschriebene Gesamtgewicht zu erreichen. Jedoch ermöglicht der Einsatz von Ballast auch eine Beeinflussung der sonst fest vorgegebenen Gewichtsverteilung zwischen Vorder- und Hinterachse.

Durch die Platzierung eines Gewichtes im Heck unter dem Differential verschiebt man den Schwerpunkt nach hinten und bringt mehr Last auf die Hinterachse. Dies verbessert den Grip des Hecks und damit die Traktion und Stabilität auf rutschigen Strecken oder an kalten Tagen. Auf griffigen Strecken verschlechtert dieses Gewicht aber auch die Agilität des Fahrzeugs, da gleichzeitig Grip von der Vorderachse genommen wird. Damit wird das Modell zwar einfacher zu fahren aber auch langsamer und träger. Eine zentrale Position unter dem Motor ist die beste Wahl für normale Bedingungen und Strecken mit gutem Grip, da es ein guter Kompromiss zwischen Steuerbarkeit und Stabilität an der Hinterachse ist. Vordere Positionen, also vor dem Tank, sind für hohe Temperatur und viel Grip ideal. Diese Position erhöht die Last auf der Vorderachse und sorgt so für ein sehr agiles und schnelles Auto, da die Hinterachse leichter wird, ohne die Traktion zu beeinträchtigen.

With some vehicles ballast is necessary in order to reach the specified total weight. Ballast enables also to influence the weight distribution between front and rear axle.

By placing weight in the rear of the car under the differential the center of gravity is displaced to the rear and leads to more load on the rear axle. This improves grip of the rear and therefore also traction and stability on slippery tracks or on cold days. On tracks with much grip this change leads to worse agility of the vehicle as grip has been removed from the front axle. The car is easier to drive then but also slow and more inactive. The central position below the motor is the best choice for normal conditions and tracks with enough grip. This position is a good compromise between controllability of the car and stability at the rear axle. Placing the ballast in front of the fuel tank is ideal for high temperatures and much grip. Through this position load at the front axle is increased what makes the car very agile and fast as the rear axle is relieved without impairing the traction.

Weichere Federn und Dämpferöle führen zu höheren Seitenführungskräften und besserer Traktion, machen das Auto aber auch schwammiger. Das ist besser auf rutschigen Strecken. Härtere Federn lassen das Modell schneller auf Lenkbefehle reagieren, setzen aber auch den notwendigen Grip voraus, denn sonst fliegt man ab. Sind Feder und Dämpfung zu weich, fängt das Modell an zu nicken wie ein Boot, sind sie zu hart, arbeitet die gesamte Aufhängung nicht und das Modell springt bei jeder Unebenheit. Optimal eingestellt bügeln die Dämpfer die vorhandenen Unebenheiten glatt und verteilen die Radlasten auch in schnell gefahrenen Kurven ausreichend ohne dass ein einzelnes Rad überfordert wird.



Wenn man eine deutlich härtere oder weichere Feder einbaut, muss man auch den Dämpfer mit entsprechendem Öl anpassen um ein Über- oder Unterdämpfen zu verhindern. Wenn man das Modell aus ca. 5 - 8 cm fallen lässt, sollte es nicht durchschlagen, also mit dem Chassis auf dem Boden aufschlagen, sondern ohne Nachfedern stehen bleiben. Es sollte fallen "wie ein nasser Sack". Ein Durchschlagen ab 15 cm Höhe, speziell an der weicheren Hinterachse, ist nicht ungewöhnlich, wir sind ja nicht beim Offroad. Das Modell sollte locker "in den Federn" liegen, auf jeden Fall muss es nicht nur einfedern sondern auch ausfedern können. Zu stark vorgespannte Federn könnten dies verhindern. In diesem Fall würde dann die Aufhängung des entsprechenden Rades nur noch bei Belastung einfedern, könnte aber bei Entlastung nicht ausfedern. Damit könnten hier keine Kräfte übertragen werden.

Die verschiedenen Federhärten haben einen Einfluss darauf, wie stark sich das dynamische Fahrzeuggewicht auf das Rad verlagern kann. Die Vorspannung der Federn wird ausschließlich zur Einstellung der Bodenfreiheit benutzt und verändert keineswegs die Federhärte, wie manchmal vermutet wird.

Progressive Federn weisen unterschiedliche Federkonstanten auf. Die ersten Millimeter Federweg werden dabei mit geringerer Kraft überwunden, was normalerweise zum Ausgleich von Unebenheiten auf der Strecke ausreichen sollte. Der weitere Federweg wird danach entschieden härter, aber eigentlich auch nur bei schnellen Kurvenfahrten erreicht. Mit progressiven Federn kann ein Kompromiss zwischen leichtem Einfedern und nachfolgendem Verhärten der Achse erreicht werden.

Die Meinung über Einfederwegbegrenzung geht weit auseinander. Einer schwört drauf, andere hassen sie. Definitiv verliert man aber jegliche Seitenführung am betroffenen Rad Sekundenbruchteile nachdem die Begrenzung erreicht wurde sehr abrupt. Alternativ setzt man unter Umständen mit dem Chassis auf, was ähnliche Wirkungen hat.

Die verschiedenen oberen und unteren Befestigungspunkte an Stoßdämpferhalter und Querlenker ermöglichen zusätzlich über die Änderung des Anstellwinkels sowie des Hebelweges (Abstand zwischen Anlenkpunkt des Dämpfers und Querlenkerachse) die Härte der Federung zu verstellen, ohne das Dämpferöl und/oder die Federn gewechselt werden müssen.

Je weiter innen am Querlenker der Dämpfer angebracht wird, umso weicher wird die Federung an dieser Achse, je weiter außen umso härter. Auch der Winkel, unter dem die Dämpfer montiert sind, hat Einfluss auf das Fahrverhalten. Je schräger die Stoßdämpfer liegen, desto progressiver wird die Federung sein. Die Federung spricht dann zu Beginn sehr weich an und verhärtet sich beim weiteren Einfedern. Bei senkrecht montierten Stoßdämpfern bleibt die Federung über den gesamten Federweg fast gleich.

Auf der Vorderachse bewirkt ein steiler Anstellwinkel einen weichen Dämpfer, der die Seitenneigung begünstigt und dadurch der Lenkung mehr Grip verleiht, was aber auf griffigen Strecken zum Kippen führen kann. Ein flacher Winkel macht die Stoßdämpfer härter, die Seitenneigung verringert sich und die Lenkung wird direkter.

Auf der Hinterachse wirkt der Anstellwinkel ähnlich wie bei der Vorderachse. Je mehr Grip auf der Strecke ist, umso flacher kann der Anstellwinkel der Dämpfer gewählt werden.

Kolbenplatten sind ein entscheidender Bauteil der Stoßdämpfer, denn das Einfederverhalten kann neben dem verwendeten Öl auch über die Anzahl und Größe der Löcher in den Kolbenplatten beeinflusst werden. Stoßdämpfer mit kleinen Löchern und dünnem Öl bewirken ein ähnliches Einfederverhalten wie dickflüssiges Öl mit großen Löchern.

Softer springs and shock oils lead to good traction but make the car also more instable. This is good for slippery tracks. Harder springs make the car react very fast on steering instructions but require the necessary grip otherwise the car is not really controllable. If springs and damping are too soft the car starts pitching like a boat, if they are too hard the whole suspension doesn't work properly and the car jumps with each unevenness. Appropriate adjusted shocks compensate unevenness and divide the wheel load also in fast corners without overcharging the single wheels.

If a harder or softer spring is mounted also the shock oil has to be adjusted accordingly. If you drop the car from a height of 5 – 8 cm the chassis shouldn't hit the ground but stay without afterbounce. From 15 cm height touching the ground is not unusual especially with a soft rear axle. The car should move smoothly during deflection and rebound. Springs too much pretensioned might avoid this. In this case the suspension of the wheel would just deflect under load but could not rebound with release. No forces can be transferred.

The hardness of the spring has also influence on how much the dynamic vehicle weight can displace on the wheel. Pretension of the springs is just used in order to adjust the ride height and doesn't change the spring hardness as sometimes supposed.

Progressive springs have different spring constants. For the first few millimetres just little force is necessary to compensate unevenness on the track. The rest of the spring travel is much harder and just achieved in fast corners. With progressive springs a compromise between soft deflection and successive hardening of the axle is obtained.

With regard to suspension limiters the opinions differ. Some swear by them others hate them. It is a fact that you lose all side guidance abruptly at the wheel involved split seconds after the limit has been achieved. Alternatively the chassis touches the ground which has almost the same effect.

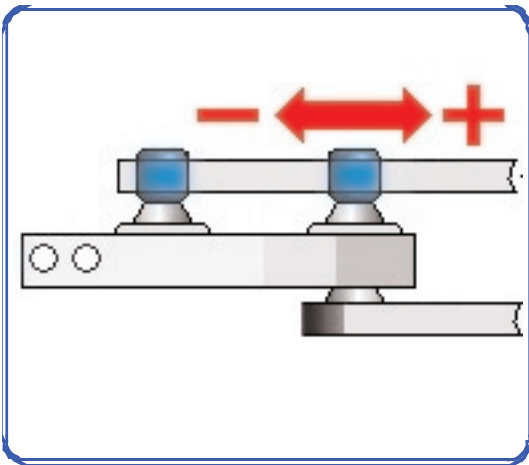
The different upper and lower attachment points at the shock mounts and the a-arms facilitate the adjustment of the hardness of the suspension by changing the attack angle and the lever stroke (distance between pivot point of the shocks and hinge pin) without changing the shock oil and/or the springs. The more inside the shock is attached to the a-arm the softer is the suspension at this axle, the more outside the harder. Also the angle of the mounted shocks influences the driving behaviour. The more inclined the shocks are mounted the more progressive is the suspension. In the beginning the suspension is quite soft and gets harder with further deflection. With vertical mounted shocks the suspension stays almost the same during the whole spring travel.

A steep attack angle at the front axle makes the shock softer. The lateral inclination is favoured. This means the steering gets more grip what can make your car tilt on tracks with much grip. A flat angle makes the shocks harder. The lateral inclination is reduced and the steering responds more directly.

At the rear axle the attack angle has almost the same effect as at the front axle. The more grip on the track the more flat the attack angle can be adjusted.

The pistons are an essential part of the shock. The deflection behaviour can be influenced through the number and size of the holes in the pistons. Shocks with small holes and high viscosity oil have a similar deflection behaviour as with big holes and low viscosity.

	harte Federn/hard springs	weiche Federn/soft springs
generell/ generally	<ul style="list-style-type: none"> • Für enge, sehr griffige, nicht zu unebene Strecken geeignet <i>suitable for tracks with high grip and quite plane tracks</i> • reagiert schneller auf Lenkbefehle, aber Verlust an Lenkwirkung <i>the steering responds fast but loss of steering effect</i> • reduzierte Rollneigung/<i>reduces curl</i> • macht das Fahrzeug agiler <i>makes the vehicle quite agile</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • bei unebenen und sehr großen, weiten Strecken <i>with uneven and very big wide tracks</i> • bessere Traktion bei wenig Haftung auf der Strecke <i>better traction with less adhesion on the track</i> • Rollneigung wird erhöht <i>increases curl</i> • Fahrzeug fühlt sich träge an <i>the vehicle feels lazy</i>
Vorderachse/ front axle	<ul style="list-style-type: none"> • stabileres Fahrzeug <i>makes the vehicle stable</i> • weniger Lenkung und Grip vorne <i>less steering and grip in the front</i> • lässt sich schlechter einlenken <i>bad turning in of the car</i> • vergrößerter Kurvenradius <i>increased curve radius</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • mehr Lenkung, insbesondere im Scheitelpunkt und Kurvenausgang <i>more steering at peak and the end of the curve</i> • zu weiche Federn führen zu Übersteuern durch Gripverlust auf den Hinterreifen <i>too soft springs lead to over steering due to loss of grip on the rear tyres</i>
Hinterachse/ rear axle	<ul style="list-style-type: none"> • weniger Haftung an der Hinterachse <i>less adhesion at the rear axle</i> • mehr Lenkung im Scheitelpunkt der Kurve und am Kurvenausgang <i>more steering at peak of the curve and exit of the curve</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • mehr Seitenführungskraft im Scheitelpunkt der Kurve, bei unebenen Passagen und beim Beschleunigen durch mehr Traktion <i>more side guidance at peak of the curve with uneven passages and acceleration through more traction</i>



Stabilisatoren gleichen die Einfederwege rechts und links bei Kurvenbelastung aus und verhindern damit ein Rollen um die Längsachse. Sie ermöglichen höhere Kurvengeschwindigkeiten, solange die Haftung der Reifen nicht abreißt. Federt das eine Rad bei Kurvenfahrt ein wird die Belastung auch auf das andere Rad der Achse verteilt, die Radlasten werden angeglichen und die möglichen Seitenführungskräfte verteilt. Stabilisatoren vermindern aber auch die möglichen gesamten Seitenführungskräfte an der Achse. Von den Stabilisatoren hängen zum großen Teil die Traktion, die Agilität in engen Kurven und die Kontrollierbarkeit bei hohen Geschwindigkeiten ab.

Ein erster Ansatz ist es, mit einem harten oder sehr harten Stabilisator vorne und einem mittleren oder harten Stabilisator hinten zu beginnen. Mit einem weichen Stabilisator vorne rollt der Wagen recht stark um die Längsachse. Der Grip auf der Vorderachse steigt, was Vorteile bringen kann. Man handelt sich damit aber auch eine losere Hinterachse ein und verliert Vorwärtstraktion. Ein härterer Stabilisator vorne macht das Fahrzeug einfacher fahrbar bei hohen Geschwindigkeiten, in engen Kurven führt er allerdings zu mehr Untersteuern.

Wenn man hinten einen weicheren Stabilisator benutzt, steigen die Vorwärtstraktion und der Grip an der Hinterachse. Gleichzeitig wird das gesamte Fahrverhalten aber weicher und träger. Ein härterer Stabilisator hinten kostet dort zwar generell etwas Grip, macht das Auto aber durch besser vorhersehbare Reaktionen leichter zu fahren. Je mehr Grip die Strecke bietet, umso härter kann der Stabilisator hinten gewählt werden. Der eventuell schlechtere Vortrieb sollte durch den höheren Grip der Strecke ausgeglichen werden.

Je nach Bauform verändert man die Steifigkeit, also die Härte, der Stabilisatoren entweder durch andere Drahtstärken (Bügelstabilisatoren), Verdrehen der Achsen (Messer-Stabilisatoren) oder Verändern der Länge zwischen den Abstützungen (Kugel-Stabilisatoren).

Stabilizers balance the movement of the chassis left and right and prevent therefore tilting of the car. They enable higher speed in corners during good adhesion of the tyres on the track.

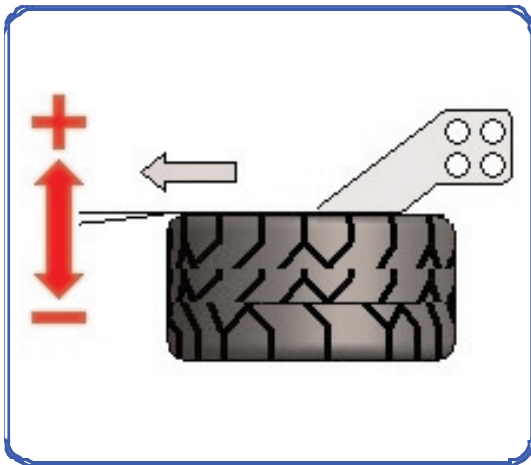
If one wheel deflects in the corner the charge is also divided on the other wheel of the axle and possible lateral guided forces are divided accordingly. In general stabilizers reduce lateral guided forces at the axle. Big part of the traction, agility in narrow corners and controllability with high speed depend on the stabilizers.

For the beginning it is recommended to mount a hard or very hard stabilizer in the front and a medium or hard stabilizer in the rear. With a soft stabilizer in the front the vehicle is quite difficult to drive. There is more grip at the front axle what is positive but on the other hand the rear axle is weak and loses traction during acceleration. A harder stabilizer in the front makes the vehicle easier to drive with high speed but in narrow corners this leads to under steering.

By using a softer stabilizer in the rear traction during acceleration as well as grip at the rear axle are increased. The whole driving behaviour is getting softer and more lazy. Due to a harder stabilizer grip is reduced but the vehicle is easier to drive. The more grip on the track the harder the stabilizer can be. Worse acceleration should be compensated through more grip on the track.

Depending on the construction the stiffness respectively the hardness of the stabilizers is changed through different wire size, twisting of the axles (blade stabilizers) or change of the length between the supports (ball stabilizer).

Stabilisatoren/stabilizers		
Vorderachse/ front axle	härter/ harder	<ul style="list-style-type: none"> • einfacheres Fahrverhalten/<i>easy driving behaviour</i> • unwilliges Einlenken am Kurveneingang <i>reluctant steering at beginning of the corner</i> • Untersteuern in engen Kurven/<i>under steering in narrow corners</i>
	weicher/ softer	<ul style="list-style-type: none"> • mehr Grip an der Vorderachse/<i>more grip at the front axle</i> • besseres Einlenken am Kurveneingang <i>better steering at beginning of the corner</i> • nervöses Heck und weniger Vorwärtstraktion <i>nervous rear and less traction with acceleration</i>
Hinterachse/ rear axle	härter/ harder	<ul style="list-style-type: none"> • weniger Grip an der Hinterachse, aber durch vorhersehbare Reaktionen gut zu fahren <i>less grip at the rear axle but easy to handle</i> • für Strecken mit gutem Grip/<i>for tracks with lot of grip</i>
	weicher/ softer	<ul style="list-style-type: none"> • mehr Grip an der Hinterachse/<i>more grip at the rear axle</i> • mehr Vorwärtstraktion/<i>more traction with acceleration</i> • träges und weiches Fahrverhalten/<i>lazy and smooth driving behaviour</i>



Über die Vorspur lassen sich das Anlenkverhalten sowie die Eigenstabilität bei Geradeausfahrt einstellen. Die eingestellte Vorspur führt an der entsprechenden Achse kurvenaußen automatisch zu einem Schräglaufwinkel, das heißt, das kurvenäußere Rad lenkt anders ein als das kurveninnere. Ein Effekt, den man vorn auch über Ackermanneffekt beeinflussen kann.

An der Vorderachse wird im Großmodellbereich eigentlich immer "Nachspur" gefahren, also negative Vorspur. Damit hier nicht Verwirrung durch die unterschiedlichen Begriffe Vorspur und Nachspur entsteht, benutze ich ausschließlich den Begriff Vorspur.

Positive Werte laut Abbildung bezeichnet man als Vorspur, negative Werte als Nachspur. Wenig Vorspur verschlechtert die möglichen Seitenführungskräfte der jeweiligen Achse. Viel Vorspur an der Vorderachse beruhigt das Fahrverhalten bei der Geradeausfahrt, das Einlenkverhalten wird berechenbarer, die Lenkung träger. Nachteil dieser Einstellung ist das etwas unwillige Einlenken am Kurveneingang, das Modell schiebt über die Vorderachse und untersteuert. Viel Nachspur, also negative Vorspur, geht aggressiver in die Kurve und quittiert Einlenken auch gern mal mit einem Dreher. Je mehr Vorspur, desto mehr Grip an der jeweiligen Achse bei der Geradeausfahrt, aber auch umso mehr Verschleiß am Reifen. Vorspuränderungen beim Einlenken an der Vorderachse kann man auch sehr gut über den Ackermanneffekt einstellen.

Hinterachsgetriebene Modelle neigen immer zum Übersteuern. Eine leichte Vorspur an der Hinterachse verbessert hier den Geradeauslauf, vor allem beim Beschleunigen aus Kurven, und trägt einen großen Teil zu einem stabilen Heck bei. Für Strecken mit viel Grip können + 1,5 bis + 2,5° Vorspur pro Rad und bei rutschigen oder kalten Bedingungen etwa + 3 bis max. + 4° Vorspur pro Rad als Richtwert gelten.

Im Unterschied zum Heck braucht man vorne Nachspur, um ein stabiles und leicht zu fahrendes Auto zu bekommen. Die Nachspur bewirkt ein gutmütiges Einlenkverhalten bei hohen Geschwindigkeiten und verbessert das Einlenken in langsamen Kurven. Zu viel Nachspur bremst das Fahrzeug auf der Geraden und nutzt die Vorderreifen schnell ab. Die richtige Einstellung liegt zwischen +1,5 und +3° pro Rad. Mehr neutrale Spur für schnelle Strecken, bei engen Strecken ist eine leichte Nachspur eine gute Wahl.

Die Einstellung an der Vorderachse erfolgt über die Spurstangen M6 der Lenkungs-anlenkung. Die Einstellung an der Hinterachse erfolgt über die Spurstangen M8 im unteren Querlenker.

Steering behaviour and straight running stability during straight-ahead driving are adjusted by means of toe-in. The adjusted toe-in leads automatically to a slip angle, means the steering behaviour of the two wheels is different. An effect that can be influenced in the front also by the relative steering angle.

At the front axle of 1:5 scale vehicles there is normally "toe-out" respectively negative toe-in adjusted. Just to prevent misunderstandings I use the expression toe-in.

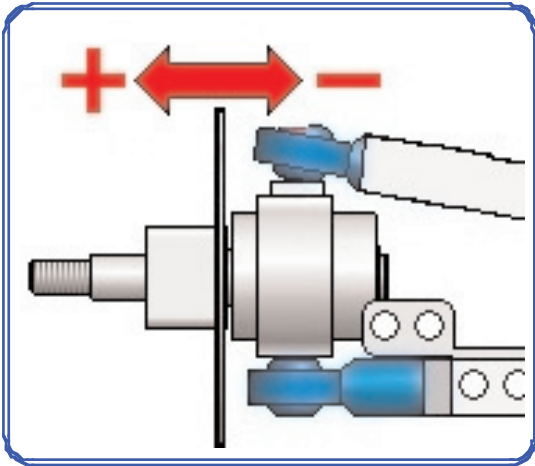
Positive values according to the drawing are called toe-in, negative values toe-out. Less toe-in deteriorates possible lateral guided forces of the particular axle. Much toe-in at the front axle makes the car easier to control. The problem with this adjustment is under steering at transition curve. Much toe-out, respectively negative toe-in makes the car more aggressive and difficult to drive. The more toe-in the more grip at the particular axle with straight-ahead driving but also the more wear of tyre. Change of toe-in can also be adjusted through the relative steering angle.

Rear wheel drive vehicles tend always to over steering. A little toe-in at the rear axle improves the steering behaviour especially with acceleration out of the corner what makes the rear axle more stabile. Standard values for toe-in on tracks with much grip are + 1,5 - + 2,5 °/wheel and with slippery or cold conditions approx. + 3 – max. + 4°/wheel.

Unlike the rear axle toe-out is needed in the front in order to get an easy to drive vehicle. Toe-out caused docile steering behaviour with high speed and improves also steering in slow curves. Too much toe-out makes the car slow on the straight and leads to fast wear of the front tyres. The best adjustment is between + 1,5 and + 3°/wheel. A good recommendation is less toe-out on fast and more on narrow tracks.

For the adjustment in the front the track rods M6 of the steering linkage are used and for the rear the track rods M8 below the a-arms.

Vorspur/toe-in		
Vorderachse/ front axle	+	<ul style="list-style-type: none"> • ruhiger Geradeauslauf/smooth straight ahead-driving • einfacheres Fahrverhalten/easy driving behaviour • unwilliges Einlenken am Kurveneingang/difficult steering at transition curve • mehr Untersteuern/more under steering
	-	<ul style="list-style-type: none"> • unruhiger Geradeauslauf/uneasy straight ahead-driving • Lenkung wird aggressiver/aggressive steering • besseres Einlenken am Kurveneingang/better steering at transition curve • weniger Untersteuern/less under steering
Hinterachse/ rear axle	+	<ul style="list-style-type: none"> • weniger Lenkung, die Hinterachse bekommt mehr Grip less steering, the rear axle gets more grip • stabiler am Kurveneingang und beim Bremsen more stable at transition curve and while braking • Heck wird ruhiger/stable rear axle • größerer Grenzbereich bis zum Dreher/less turning • niedrigerer Topspeed/less top speed
	-	<ul style="list-style-type: none"> • Neigung zum Untersteuern wird geringer/less under steering • weniger Stabilität am Kurveneingang und beim Bremsen less stable at transition curve and while braking • Heck wird nervöser/unstable rear axle • kleinerer Grenzbereich bis zum Dreher/more turning • höherer Topspeed/higher top speed



Ziel der Sturzeinstellung, sowohl vorne als auch hinten, ist es möglichst viel Reifenlauffläche mit der Straße in Kontakt zu bringen und zwar über die ganze Strecke betrachtet. Negativer Sturz verbessert die Seitenführungskräfte, weil die Reifen in der Kurvenfahrt die maximale Auflagefläche erreichen. Zugleich verringert er aber die Traktion, weil die Reifen bei der Geradeausfahrt nicht die maximale Auflagefläche erreichen, und erzeugt bei Geradeausfahrt Seitenführungskräfte, die sich erst bei symmetrischer Rechts-/Links-Einstellung wieder aufheben. Negativer Sturz erwärmt die Reifen schneller und sorgt damit schneller für einen guten Grip.

Von Sturzänderung spricht man, wenn sich der Sturz im Wesentlichen linear beim Einfedern ändert. Man erreicht dies, indem der obere Querlenker kürzer und/oder schräger ist als der untere. Ist der obere Querlenker nur kürzer als der untere aber parallel zu diesem, ergibt sich eine Sturzprogression. Dabei startet die Kinematik sturzkonstant, nimmt dann aber progressiv an Sturz zu. Auch deachsierter Achsschenkel ermöglichen eine Sturzprogression, die schon beim Einfedern in Geradeausfahrt eintritt. Nur durch Einlenken nimmt der Sturz am kurveninneren Rad zu und am äußeren Rad ab. Die Verwendung deachsierter Achsschenkel führt zu sehr großer Sturzprogression bei Kurvenfahrt, da dann zusätzlich zum Einfedern die Sturzänderung durch den Nachlauf eintritt. Der Einfluss von Sturz, Sturzänderung und Sturzprogression ist auf Grund der geringen Wankwinkel wie folgt:

- Grundsturz: starker Einfluss, sollte für die Grundabstimmung genutzt werden
- Sturzänderung: mittlerer Einfluss, wirkt an der Hinterachse stabilisierend, erzeugt an der Vorderachse aggressivere Lenkung
- Sturzprogression: schwacher Einfluss, für den letzten Feinschliff

An der Vorderachse wird der Sturz beim Einlenken auch vom Nachlaufwinkel beeinflusst, der ein zusätzliches Abstützen der Reifen gegen die Fahrbahn durch eine Sturzänderung beim Einlenken erzeugt. Mehr Nachlaufwinkel verbessert das Ansprechverhalten auf große Lenkausschläge und wirkt im Geradeauslauf stabilisierend, erfordert aber höhere Lenkkräfte. Mit größeren Nachlaufwinkeln kann man kleineren Sturz fahren. Ebenfalls ergeben sich Sturzänderungen durch die verwendeten Aufhängungspunkte der Querlenker und die daraus resultierende Vorderachskinematik.

Normalerweise fährt man vorne bis zu -2° Sturz achsiert und 0° Sturz deachsiert. Der Sturz an der Hinterachse ist noch wichtiger, da von ihm auch die Vorwärtstraktion abhängt. Je nach Strecke und Temperatur empfiehlt sich eine Einstellung zwischen -1° und -3° , sinnvolle Obergrenzen liegen vorn zwischen -3° achsiert und $+2^\circ$ deachsiert und hinten $-0,5^\circ$ und -4° .

Untersteuert das Fahrzeug beim Einlenken, erhöht man den Sturz an der Vorderachse und verringert den Sturz an der Hinterachse. Übersteuert das Modell wird der Sturz vorne verringert und hinten erhöht. Zu starker Sturz führt zu einem ungleichmäßigen Verschleiß der Reifen. Sind die Reifen über die gesamte Fläche gleichmäßig abgelaufen, ist der Sturz gut eingestellt.

Aim of the camber adjustment is to get most possible tyre tread on the track. Negative camber improves the lateral guiding forces as tyres reach maximum contact surface in curves. On the other hand it decreases traction as tyres don't reach maximum contact surface on the straight and creates lateral guiding forces while straight ahead-driving. Negative camber heats up the tyres faster what leads very fast to more grip.

One speaks of change of camber if camber changes essentially during deflection. Therefore the upper a-arm has to be shorter and/or more inclined as the lower one. If the upper a-arm is shorter as the lower one but parallel this leads to camber progression. Kinematics starts camber constant but increases camber progressively. Set-off axle hubs facilitate camber progression already with deflection during straight-ahead-driving. Just through turning camber is increased with the curves-inner wheel and decreased with the outer one. The use of off-set axle hubs leads to very big camber progression during cornering as additionally to deflection also camber change through toe-out occurs. The influence of camber, camber change and camber progression is due to the low roll angle as follows:

- *Basic camber: strong influence, should be used for the basic setup*
- *Camber change: medium influence, makes the rear axle more stable and creates aggressive steering at the front axle*
- *Camber progression: docile influence, just for fine adjustment*

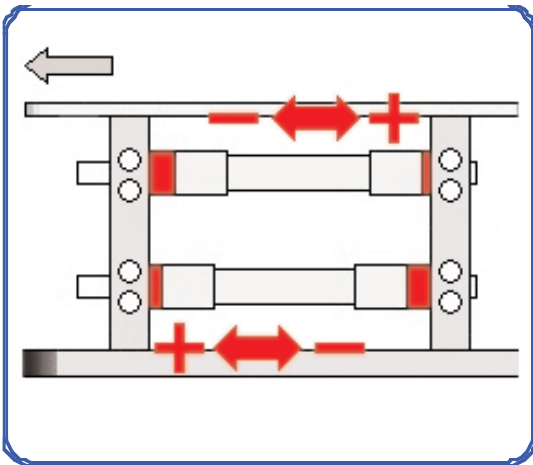
At the front axle camber is also influenced through the toe-out angle which creates additional support of the tyres against the track through change of camber while turning in.

More toe-out angle improves the responding behaviour of steering deflection and makes straight ahead-driving more stable but also requires high steering forces. With more toe-out angle less camber can be adjusted. Change of camber arises also through the front axle kinematics resulting from the different fixation possibilities of the a-arms.

Normally it is recommended to adjust up to - 2° camber (standard) and 0° camber (off-set). Camber at the rear axle is even more important as also onward traction depends on it.

Depending on track and temperature the following adjustments are recommended: - 1° and - 3°, reasonable upper limits are for the front between - 3°(standard) and + 2°(off-set) and for the rear - 0,5° and - 4°.

In case the vehicle under steers while turning in camber should be increased at the front and decreased at the rear axle. If the car over steers camber should be decreased at the front and increased at the rear axle. Too much camber leads to irregular wear of the tyres. If the tyres wear off equally camber has been adjusted well.



Der Nachlauf führt zu einer Schrägstellung der Drehachse, um die sich beim Einlenken der Achsschenkel bewegt. Deshalb ist Nachlauf auch nur an gelenkten Achsen sinnvoll.

Bei Schrägfederung an der Hinterachse als ungelentkte Achse spricht man vom Anti-Squat, welches den Winkel der Schrägfederung beschreibt. Oft wird dies oft auch als Nachlauf der Hinterachse bezeichnet.

Der Nachlauf vorne bestimmt, wie viel Reifenoberfläche den Asphalt berührt, wenn man die Räder einschlägt, und damit den Grip an der Vorderachse bei eingeschlagener Lenkung. Die sich beim Einlenken einstellende Schrägstellung wird auch vom Sturz an der Vorderachse beeinflusst.

Je mehr Nachlauf, desto weniger Reifenauflfläche berührt den Boden und damit lenkt der Wagen schlechter. Die Lenkung wird träger, der Geradeauslauf aber besser. Wenig Nachlauf führt zu einem sehr nervösen und sensiblen Lenkverhalten, welches die Hinterachse destabilisieren kann. Die Lenkung wird agiler und aggressiver, der Geradeauslauf verschlechtert sich.

Die richtige Einstellung hängt sehr vom Grip der Strecke, der Stabilität der Hinterachse und den gewählten Reifen ab. Je stabiler das Heck ist, desto weniger Nachlauf kann man fahren und damit den Wagen agiler und schneller in Kurven machen. Es empfiehlt sich, mit viel Nachlauf zu beginnen und ihn dann langsam zu reduzieren, falls mehr Lenkung benötigt wird. Es kann je nach Strecke sinnvoll sein, den Nachlauf auf beiden Seiten unterschiedlich einzustellen, um den verschiedenen Kurvenradien gerecht zu werden.

Ein kleiner Nachlaufwinkel sorgt für ein aggressives Einlenkverhalten bei kleinem Lenkeinschlag am Kurveneingang, da dort bereits relativ viel Reifenauflegefläche eingesetzt wird. Beim weiteren Einlenken im Scheitelpunkt und Kurvenausgang kippt der Reifen über die Flanke und die Auflagefläche wird geringer, das Fahrzeug schiebt über die Vorderachse und untersteuert. Entsprechend wird ein großer Nachlaufwinkel am Kurveneingang gutmütig reagieren und im Verlauf der Kurve immer direkter und aggressiver.

Die Einstellung erfolgt über Verschieben der oberen Querlenker. Mehr Nachlauf erreicht man, wenn der obere Querlenker nach hinten geschoben wird. Den unteren Querlenker nutzt man mehr oder weniger nur für den Radstand.

Toe-out leads to inclination of the rotation axle on which the axle hub centers while turning in. Therefore toe-out is just reasonable on guided axles.

Inclined suspension at the rear axle as unguided axle is called anti-squat and describes the angle of the inclination. Very often this is also called toe-out of the rear axle.

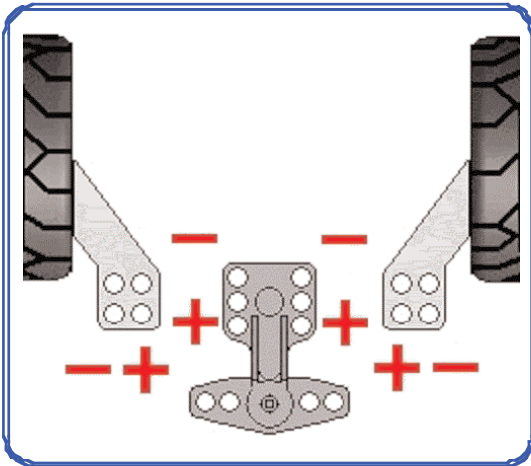
Toe-out in the front determines how much tyre surface touches the ground while turning in and therefore the grip at the front axle. The adjusted inclination is also influenced by the camber of the front axle.

The more toe-out the less tyre surface on the ground, the vehicle drives worse. Steering gets inactive but straight ahead-driving gets better. Less toe-out leads to very sensitive steering which can destabilize the rear axle. Steering gets more aggressive and straight ahead-driving worse.

The appropriate adjustment depends on the grip of the track, stability of the rear axle and the used tyres. The more stable the rear axle is the less toe-out can be adjusted which makes the vehicle agile and faster in curves. It is recommended to start with much toe-out and to reduce it if more steering is required. Depending on the track it might be reasonable to adjust the toe-out on both sides unequal in order to meet the different curve radii.

A small toe-out angle provides aggressive steering behaviour with little steering movement at transition curve as there is used already relatively much tyre contact surface. With further deflection at peak point and curve exit the tyre will tilt across the edge what reduces the contact surface. The vehicle slides across the front axle and understeers. Correspondingly a bigger toe-out angle will react docile at transition curve and get more direct and aggressive during the curve.

Adjustment is made by shifting the upper a-arms. More toe-out is achieved by shifting the upper a-arm backwards. The lower a-arm is just used for the wheel base more or less.



Unter dem Ackermannanteil versteht man das Einschlagwinkelverhältnis der Vorderräder beim Einlenken, bezogen auf den geometrisch exakten Wert. Bei 100 % Ackermann würden alle Räder in der Kurve den gleichen Punkt umfahren, kein Rad würde radieren. 0° Ackermann bedeuten dementsprechend, dass die Vorderräder beim Einlenken parallel stehen. Da jetzt die Kurvenradien gleich sind, radieren die Vorderräder.

Das kurveninnere Rad muss einen kleineren Radius durchlaufen als das kurvenäußere Rad, sollte deshalb also deutlich stärker einschlagen als das kurvenäußere. Dies erreicht man durch die Nutzung unterschiedlicher Anlenkpunkte am Servosaver und am Lenkhebel.

Verändert man am Servosaver oder am Lenkhebel die Anlenkpositionen, nimmt man Einfluss auf den Spurdifferenzwinkel und beeinflusst so, ob das Modell eher in schnellen oder eher in langsamen Kurven optimal arbeitet. Für enge, langsame Kurven empfiehlt sich ein großer Spurdifferenzwinkel, häufig auch als "viel Ackermann" bezeichnet. In langgezogenen, schnellen Kurven sollte der Spurdifferenzwinkel eher klein gehalten werden, um so besser durch die Kurve rollen zu können. Hier hilft also "wenig Ackermann". Als Spurdifferenzwinkel wird der Winkel bezeichnet, um den die Vorderräder mehr eingeschlagen sind, als es zum Durchfahren der Kurve theoretisch sein müsste.

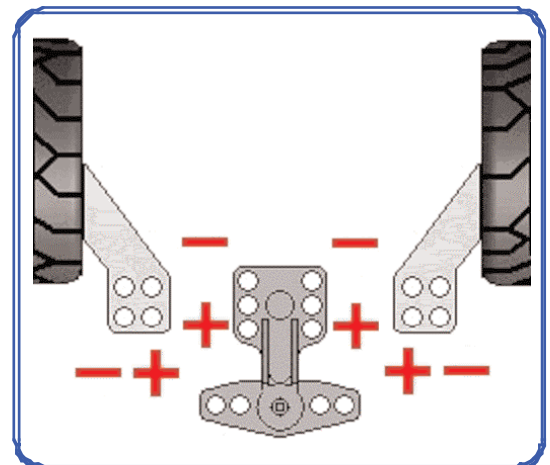
“Ackermann” part is the declination angle ratio of the front wheels while turning in relating to the geometric exact value. With adjustment of “100 % Ackermann” all wheels would drive around the same point in the curve, no wheel would scrape. 0° Ackermann would mean respectively that the front wheels would stand parallel while turning in. As now the curve radii are the same the tyres scrape.

The curve-inner wheel has to run a smaller radius than the outer one, therefore it should turn in considerably more. This adjustment is achieved through different fixation points at the servo saver and the stindle arm.

By changing the pivot position at servo saver or stindle arm the relative steering angle is influenced and consequently whether the driving behaviour of the vehicle is optimal rather in fast or in slow curves.

For narrow, slow curves a big relative steering angle is recommended, quite often also called “much Ackermann”. In long, fast curves the angle should be kept small in order to facilitate rolling in the curve – means “less Ackermann”. Relative steering angle is called the angle the front wheels are more inclined as it needs to be in order to pass the curve theoretically.

Beim Beschleunigen und Abbremsen treten Radlastverschiebungen in Richtung Hinter- bzw. Vorderachse auf. Das Chassis reagiert auf diese Lastwechsel mit Einfedern der betroffenen Achse. Durch eine Schrägstellung der Querlenkerachsen kann ein Teil der entstehenden Belastung effektiver abgefedert werden. Als Anti-Squat wird die Schrägstellung der hinteren Querlenkerachse bezeichnet, als Anti-Dive die der vorderen.



Den Anti-Dive bzw. Anti-Squat kann man wie folgt darstellen:

- parallel zur Querlenkerachse wird eine Gerade durch den Radaufstandspunkt gezogen (der Punkt an dem das Rad auf den Boden kommt)
- bei den zwei Querlenkerachsen an der Vorderachse wird die Winkelhalbierende für die Gerade genutzt
- geht die Gerade durch den Schwerpunkt des Fahrzeugs hat es 100 % Anti-Dive bzw. Anti-Squat, jegliches Drehmoment wird jetzt voll abgestützt

Da kaum jemand den Schwerpunkt in der seitlichen Darstellung des Modells zur Hand hat, wird diese Anleitung eher die Theorie bleiben. 100 % Anti-Dive bzw. Anti-Squat dürften sich auch kaum realisieren lassen, da sich die Querlenkerachsen nicht so schräg stellen lassen, wie es benötigt würde. In diesem Falle würde das eingeleitete Drehmoment aber komplett durch die Aufhängung abgefangen statt wie sonst in die Federn zu gehen. Eine Schrägstellung der Querlenker kann in der Realität also nur einen Teil der eingeleiteten Momente abfangen, der Rest geht in die Federn.

Die Einstellung von Anti-Dive bzw. Anti-Squat erfolgt über eine Schrägstellung der Querlenkerachsen. Dies erfordert an der Vorderachse einstellbare Vorderachsbocke. An der Hinterachse werden Unterlagen unter den Aufnahmen der Kugelköpfe bzw. Kugelgelenkbuchsen benutzt, um die Achse schräg zu stellen. Kein Anti-Dive/Anti-Squat (Querlenkerachsen gerade) führt bei Belastung zu einer stärkeren Gewichtsverlagerung auf diese Achse, die betroffene Achse taucht tiefer ein und verliert damit Grip. Kein Anti-Squat aber Anti-Dive führt dann gezielt zum Gripaufbau, um das Lenkverhalten unter Belastung zu verbessern.

Auf unebenen Strecken fährt das Modell ohne Anti-Dive/Anti-Squat besser, da die Federung optimal arbeiten kann.

Acceleration or braking causes displacement of wheel load in direction of rear respectively front axle. The chassis reacts on this wheel load by inclination of the particular axle. Through inclination of the hinge pin part of the load can be absorbed more effectively. The inclination of the rear hinge pin is called anti-squat. In the front it is called anti-dive.

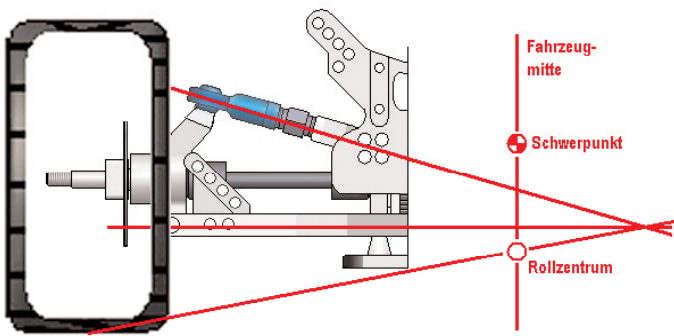
The anti-dive respectively anti-squat can be described as follows:

- *a straight line has to be drawn parallel to the hinge pin through the contact point of the wheel*
- *with the two hinge pins at the front axle the bisecting line is used for the straight*
- *if the straight line goes through the center of gravity of the vehicle it has 100 % anti-dive respectively anti-squat, any torque is now fully supported*

As almost nobody has the center of gravity in the lateral description of the model car available this instruction will remain just theory. It wouldn't be possible to realise 100 % anti-dive respectively anti-squat as the hinge pins can't be adjusted in the way required. In this case the set torque would be absorbed completely by the suspension and not as usual by the springs.

In reality the inclination of the a-arms can just absorb part of the stress, the rest is absorbed by the springs. Adjustment of anti-dive respectively anti-squat is made by inclination of the hinge pins. Adjustable bulk heads at the front axle are necessary. At the rear axle spacers underneath the supports of the ball ends respectively bushings are used for the adjustment. No anti-dive/anti-squat (hinge pins straight) leads to stronger weight transfer under load, the particular axle turns more and loses grip. No anti-squat but anti-dive leads to more grip in order to improve the steering behaviour under load.

On uneven tracks the vehicle drives better without anti-dive/anti-squat as the suspension can move smoothly.



Wie der Begriff schon vermuten lässt, rollt das Chassis bei seitlichen Kräften um diesen Punkt, oder besser gesagt um diese Achse, denn es gibt für Vorder- und Hinterachse je ein Rollzentrum, die als Achse verbunden zusammen die Rollachse ergeben. Greifen seitliche Kräfte am Chassis an, in Kurvenfahrten die Fliehkräfte, dann ergibt sich über den Hebelarm zwischen Rollzentrum und Schwerpunkt ein Drehmoment.

Oder ganz einfach ausgedrückt, das Chassis neigt sich in den Kurven zur Kurvenaußenseite, weil am

Schwerpunkt eine Kraft angreift und das Chassis um die Rollachse dreht. Würde man es schaffen, das Rollzentrum über den Schwerpunkt zu legen, dann würde sich das Chassis wie ein Motorrad in die Kurve legen. Nur leider liegen Rollzentren bei normalen Chassis für gewöhnlich immer unter dem Schwerpunkt.

Veränderungen der Rollachse können über die Schrägstellung der Querlenker erfolgen, vorausgesetzt das Chassis lässt dies auch zu. Hilfreich ist es hier vorher zu notieren wie die Einstellungen waren, denn Veränderungen des Rollzentrums erfordern mindestens das Angleichen der Sturz- und Vorspurwerte, bei größeren Änderungen auch Angleichen von Bodenfreiheit, Dämpferstellung, Federvorspannung usw. Die Veränderung der Schrägstellung kann sowohl an der inneren Querlenkeraufnahme als auch außen am Achsschenkel erfolgen. Im einfachsten Fall nutzt man Unterlegscheiben um die Querlenker schräg zu stellen. Komfortabler wird dies durch Chassis, die unterschiedliche Aufnahmen anbieten.

Senkt man das vordere Rollzentrum ab, bekommt man mehr Lenkung unter Last. Das Chassis reagiert etwas langsamer und wird gut fahrbar auf Strecken mit gutem Grip. Reduziert man die Kippneigung durch ein höheres Rollzentrum an der Vorderachse, wird die Lenkung unter Last etwas schwächer, insgesamt wird das Chassis aber schneller reagieren.

Absenken des hinteren Rollzentrums bringt mehr Grip unter Last, aber weniger Grip beim Bremsen. Da gleichzeitig die Traktion verbessert und die Kippneigung am Kurveneingang reduziert wird, eignet sich diese Maßnahme gut für rutschige Strecken mit wenig Grip.

With lateral forces the chassis rolls around this point or better around this axis as there exists a roll center for the front and the rear axle which connected as an axis result in the roll axis.

If forces affect the chassis, in curves the so called centrifugal force, the lever arm between roll center and center of gravity creates torque.

Or very simply expressed the chassis inclines in the curves towards the outside of the curve as a force affects the center of gravity and turns the chassis around the roll axis. If it would be possible to set the roll center above the center of gravity the chassis would lean into the curve like a motorcycle. But unfortunately with normal chassis the roll centers lie below the center of gravity.

Alteration of the roll axis is possible through the inclination of the a-arms, provided the chassis allows it. It is recommended to note the adjustments previously as alterations of the roll center require at least the adaptation of camber and toe-in, some time also of ride height, shock position, spring tension etc. The alteration of the inclination is possible at the inner support of the a-arms or outside at the axle hub. The most simple way is to use washers in order to regulate the a-arms. At best the chassis offers different supports for the adjustment.

Lowering the front roll center leads to more steering under load. The chassis reacts a little more slowly and is well drivable on tracks with good grip. In case inclination at the front axle is reduced through more inclination the steering becomes weak under load but the chassis itself reacts faster.

Lowering the rear roll center leads to more grip under load but less grip during deceleration. This is good on slippery tracks with low grip as traction and inclination at transition curve are improved simultaneously.

Bevor man an die Einstellung der Bremsen geht, bitte Bremsbeläge und Scheiben kontrollieren. Da darf nichts verbogen, verdreht oder verglast sein, sonst ist die ganze Mühe umsonst. Bremsbeläge kann man auf einer ebenen Unterlage mit feinem Schmirgelpapier auch von Verglasungen befreien. Gummireste und Fett haben an der Bremse auch nichts zu suchen, zur Not hilft hier Bremsenreinigerspray.

Ziel der Einstellung der Bremsbalance ist eine Verteilung von etwa 60 % vorne und 40 % hinten. Das Drehen mit einer Hand an den Rädern hilft hier leider nicht wirklich weiter, nur die Erprobung beim Fahren selbst. Also ab auf die Strecke und erst einmal die Reifen auf Betriebstemperatur bringen, sonst geht gar nichts.

- Folgt der Wagen bei voll gedrückter Bremse seiner vorgegebenen Richtung in die Kurve hinein, stimmt die Bremsbalance. Die maximale Bremskraft kann dann vom Sender aus über den Servoweg eingestellt werden.
- Blockieren die Räder ist es des Guten zuviel, also Bremskraft reduzieren, denn blockierende Räder bremsen weniger und machen das Modell unfahrbar.
- Bei zu viel Bremskraft vorne blockieren zuerst die Vorderräder, das Auto rutscht, bremst nur noch mäßig und lenkt nicht. Wenn man in einer Kurve mit eingeschlagenen Rädern bremst, fährt das Fahrzeug erst gerade aus, um dann scharf einzulenken, sobald man die Bremse löst.
- Mit zu wenig Bremse vorne und zu viel hinten bleiben zuerst die Hinterräder stehen. Das Auto wird dadurch unkontrollierbar und ein Dreher ist vorprogrammiert.
- Mit der richtigen Bremsbalance bekommt man eine stabile und kräftige Verzögerung, ohne blockierende Räder, und das Auto ist dabei auch noch lenkbar.
- Das Zumischen des dritten Kanals für die Vorderachsbremse zum Bremskanal der Hinterachsbremse erleichtert die Einstellung und auch die Anpassung an wechselnde Strecken enorm.

Und je mehr Grip die Strecke bietet, desto mehr kann man die Bremsbalance nach hinten stellen. Bei sehr viel Grip sind Verhältnisse bis 50/50 möglich, ohne dass die Hinterräder blockieren.

Before brakes are adjusted brake pads and discs should be controlled. Everything should be straight and clean. Glazing on the brake pads can be removed on an even mat by means of emery paper. Rubber and grease should also be removed.

Aim of the adjustment of the brake balance is a division of approx. 60 % in the front and 40 % in the rear. Turning the wheels by hand doesn't help here but just real driving tests. Firstly the tyres have to be warmed up on the track.

- *If the vehicle follows properly the given direction into the curve with fully pressed brakes the brake balance is adjusted correctly. The maximum brake force can be adjusted through the servo travel on the transmitter.*
- *If the wheels are blocking the brake force has to be reduced as blocking wheels make the car uncontrollable.*
- *Too much brake force in the front leads to blocking front wheels, the vehicle slides, brakes just moderately and doesn't steer any longer. If you brake in the curve with turned in wheels the car drives straight and turns in sharply as soon as brakes are released.*
- *With too less brake force in the front and too much in the rear the rear wheels stop first. The vehicle gets uncontrollable and the next spin out is preprogrammed.*
- *With the appropriate brake force stable and strong deceleration without blocking wheels is achieved and the car is still controllable.*
- *Adding a third channel for the brakes of the front axle to the brake channel of rear axle facilitates the adjustment and the adaptation to changing tracks enormously.*

The more grip on the track the more brake balance can be put on the rear. With very much grip the ratio 50/50 is possible without blocking the rear wheels.

Stoßdämpfer/shocks			
Federn/ springs	vorne/ front	weicher/softer	<ul style="list-style-type: none"> mehr Lenkung, insbesondere im Scheitelpunkt und Kurvenausgang <i>more steering, especially at crest and end of the curve</i> zu weiche Federn führen zu Übersteuern durch Gripverlust auf den Hinterreifen <i>too soft springs lead to over steering through loss of grip at the rear tyres</i>
		härter/harder	<ul style="list-style-type: none"> stabileres Fahrzeug/<i>stable vehicle</i> weniger Lenkung und Grip vorne <i>less steering and grip in the front</i> lässt sich schlechter einlenken/<i>bad turning in</i> vergrößerter Kurvenradius/<i>enlarged curve radius</i>
	hinten/ rear	weicher/softer	<ul style="list-style-type: none"> mehr Seitenführungskraft im Scheitelpunkt der Kurve, bei unebenen Passagen und beim Beschleunigen durch mehr Traktion <i>more lateral guiding forces at crest of the curve, with uneven sections and with acceleration through more traction</i>
		härter/harder	<ul style="list-style-type: none"> weniger Haftung an der Hinterachse/<i>less grip at the rear axle</i> mehr Lenkung im Scheitelpunkt der Kurve und am Kurvenausgang <i>more steering at the crest and the exit of the curve</i>
Dämpferöl-Kolben/ shock oil and piston	vorne/ front	weicher, mehr Löcher/ softer, more holes	<ul style="list-style-type: none"> mehr Haftung/<i>more grip</i> agileres Einlenken in die Kurven/<i>agile steering in curves</i>
		härter, weniger Löcher/ harder, less holes	<ul style="list-style-type: none"> weniger Haftung/<i>less grip</i> sanfteres Einlenken in die Kurven/<i>smooth steering in curves</i>
	hinten/ rear	weicher, mehr Löcher/ softer, more holes	<ul style="list-style-type: none"> weniger Haftung/<i>less grip</i> besseres Handling aus schnellen Kurven <i>better handling with fast curves</i>
		härter, weniger Löcher/ harder, less holes	<ul style="list-style-type: none"> mehr Haftung/<i>more grip</i> gutes Handling bei schnellen Lastwechsel <i>better handling with fast load cycle changes</i>
Anstellwinkel - Anlenkpunkte/ setting angle - pivot point	vorne/ front	steiler, innen/ steep, inside	<ul style="list-style-type: none"> macht den Dämpfer weicher/<i>makes the shock softer</i> weniger Lenkung/<i>less steering</i>
		flacher, außen/ flat, outside	<ul style="list-style-type: none"> macht den Dämpfer härter/<i>makes the shock harder</i> direktere Lenkung/<i>direct steering</i>
	hinten/ rear	steiler, innen/ steep, inside	<ul style="list-style-type: none"> macht den Dämpfer weicher/<i>makes the shock softer</i> weniger Traktion, mehr Lenkung/<i>less traction, more steering</i>
		flacher, außen/ flat, outside	<ul style="list-style-type: none"> macht den Dämpfer härter/<i>makes the shock harder</i> mehr Traktion, weniger Lenkung/<i>more traction, less steering</i>
Federweg/ spring travel		mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> mehr Seitenneigung/<i>more lateral inclination</i> mehr Ausfederweg verbessert die Haftung <i>more spring deflection travel improves adhesion</i>
		weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> weniger Seitenneigung/<i>less lateral inclination</i> weniger Ausfederweg erhöht die mögliche Kurvengeschwindigkeit <i>less spring deflection travel allows higher speed in curves</i>

Sturz, Vorspur, Nachlauf/Camber, toe-in, toe-out			
Sturz/ camber	vorne/ front	mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> • bessere Stabilität bei Geradeausfahrt <i>better stability with straight ahead-driving</i> • weniger Lenkung, Untersteuern/<i>less steering, under steering</i>
		weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> • bessere Seitenführungskräfte in der Kurve <i>better lateral guiding forces in curves</i> • mehr Lenkung, Übersteuern/<i>more steering, over steering</i>
	hinten/ rear	mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> • bessere Stabilität bei Geradeausfahrt <i>better stability with straight ahead-driving</i> • mehr Lenkung, Übersteuern/<i>more steering, over steering</i>
		weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> • bessere Seitenführungskräfte in der Kurve <i>better lateral guiding forces in curves</i> • weniger Lenkung, Untersteuern/<i>less steering, under steering</i>
Vorspur/ toe-in	vorne/ front	mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> • Geradeauslauf wird verbessert/<i>better straight ahead-driving</i> • einfacheres Fahrverhalten/<i>easier driving behaviour</i> • unwilliges Einlenken am Kurveneingang <i>difficult steering at transition curve</i> • vergrößert Neigung zum Untersteuern <i>increases the tendency to under steering</i>
		weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> • Geradeauslauf wird unruhiger/<i>uneasy straight ahead-driving</i> • Lenkung wird agiler/<i>agile steering</i> • besseres Einlenken am Kurveneingang <i>better steering at transition curve</i> • verringert Neigung zum Untersteuern <i>reduces the tendency to under steering</i>
	hinten/ rear	mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> • weniger Lenkung, Untersteuern/<i>less steering, under steering</i> • stabiler am Kurveneingang und beim Bremsen <i>stable at transition curve and braking</i> • Heck wird ruhiger, größerer Grenzbereich bis zum Dreher, niedrigerer Topspeed <i>rear is stable, less turning of the vehicle, lower top speed</i>
		weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> • Neigung zum Untersteuern wird geringer <i>reduces the tendency to under steering</i> • weniger Stabilität am Kurveneingang und beim Bremsen <i>less stability at transition curve and braking</i> • Heck wird nervöser, kleinerer Grenzbereich bis zum Dreher, höherer Topspeed/<i>instable rear, high top speed</i>
Nachlauf/ toe-out	vorne/ front	mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> • weniger Lenkung, Untersteuern/<i>less steering, under steering</i> • ruhig in Geradeausfahrt/<i>good straight ahead-driving</i>
		weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> • mehr Lenkung, Übersteuern/<i>more steering, over steering</i> • nervös in Geradeausfahrt/<i>instable straight ahead-driving</i>
	hinten/ rear	<ul style="list-style-type: none"> • kein Einfluss durch Einlenken, da keine gelenkte Achse <i>no influence through inclination, no guided axle</i> • über Anti-Squat lässt sich der Einfluss der Hinterachse auf Geradeauslauf und Lenkung steuern <i>through anti-squat the influence of the rear axle on straight ahead-driving and steering can be controlled</i> 	

Stabilisatoren/stabilizers			
Stabilisatoren/ stabilizers	vorne/ front	härter/harder	<ul style="list-style-type: none"> einfacheres Fahrverhalten/<i>easy driving behaviour</i> unwilliges Einlenken am Kurveneingang <i>difficult at transition curve</i> Untersteuern in engen Kurven/<i>under steering in narrow curves</i>
		weicher/softer	<ul style="list-style-type: none"> mehr Grip an der Vorderachse/<i>more grip at the front axle</i> besseres Einlenken am Kurveneingang <i>better turning in at transition curve</i> nervöses Heck und weniger Vorwärtstraktion <i>instable rear and less forward traction</i>
	hinten/ rear	härter/harder	<ul style="list-style-type: none"> weniger Grip an der Hinterachse, aber durch vorhersehbare Reaktionen gut zu fahren <i>less grip at the rear axle and anyway easy to drive through predictable reactions</i> für Strecken mit gutem Grip/<i>for tracks with much grip</i>
		weicher/softer	<ul style="list-style-type: none"> mehr Grip an der Hinterachse/<i>more grip at the rear axle</i> mehr Vorwärtstraktion/<i>more forward traction</i> träges und weiches Fahrverhalten <i>lazy and soft driving behaviour</i>

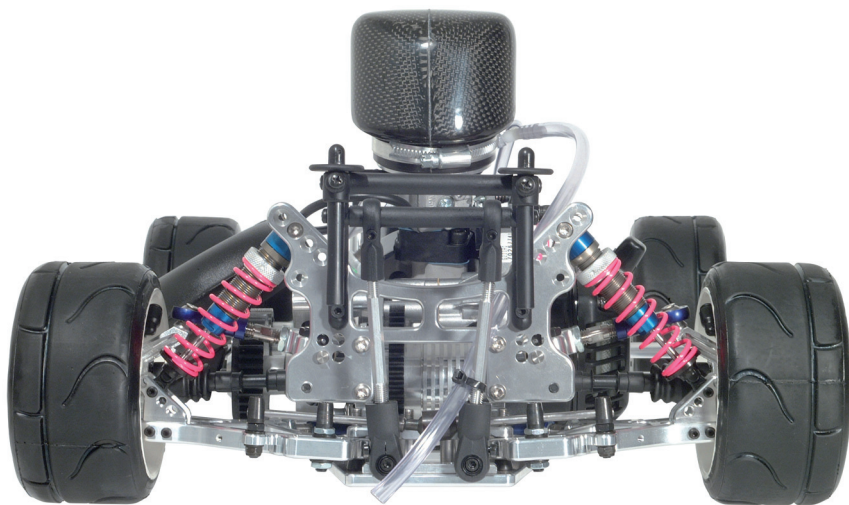
Vorderachse/front axle				
Untersteuern/ under steering	härter/harder härter/harder weniger/less flacher/flat innen/inside mehr/more mehr/more mehr/more härter/harder weniger/less höher/higher	Federn/ <i>springs</i> Stoßdämpferöl/ <i>shock oil</i> Löcher im Stoßdämpferkolben/ <i>holes in the shock piston</i> Anstellwinkel der Dämpfer/ <i>setting angle of shocks</i> Anlenkpunkte der Dämpfer/ <i>pivot point of shocks</i> Sturz/ <i>camber</i> Vorspur (*)/ <i>toe-in(*)</i> Nachlauf/ <i>toe-out</i> Stabilisator/ <i>stabilizer</i> Anti-Dive Rollzentrum/ <i>roll center</i>	weicher/softer weicher/softer mehr/more steiler/steeper außen/outside weniger/less weniger/less weniger/less weicher/softer mehr/more tiefer/deeper	Übersteuern/ over steering
	Hinterachse/rear axle			
Untersteuern/ under steering	weicher/softer weicher/softer mehr/more steiler/steeper außen/outside weniger/less mehr/more weicher/softer mehr/more	Federn/ <i>springs</i> Stoßdämpferöl/ <i>shock oil</i> Löcher im Stoßdämpferkolben/ <i>holes in the shock piston</i> Anstellwinkel der Dämpfer/ <i>setting angle of shocks</i> Anlenkpunkte der Dämpfer/ <i>pivot point of shocks</i> Sturz/ <i>camber</i> Vorspur/ <i>toe-in</i> Stabilisator/ <i>toe-out</i> Anti-Squat	härter/harder härter/harder weniger/less flacher/flat innen/inside mehr/more weniger/less härter/harder weniger/less	Übersteuern/ over steering

(*) An der Vorderachse wird im Großmodellbereich eigentlich immer "Nachspur" gefahren, also negative Vorspur. Damit hier nicht Verwirrung durch die unterschiedlichen Begriffe Vorspur und Nachspur entsteht, benutze ich ausschließlich den Begriff Vorspur.

(*) At the front axle of big scale model cars we are talking about "toe-out", means negative toe-in. In order to prevent confusions I just use the expression toe-in.

Kinematik/Kinematics			
Ackermann	vorne/ front	weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> • für lang gezogene, schnelle Kurven/<i>for long fast curves</i>
		mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> • für enge, langsame Kurven/<i>for narrow, slow curves</i>
Anti-Dive	vorne/ front	weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> • stärkere Gewichtsverlagerung nach vorne bei der Gaswegnahme <i>stronger weight transfer forward during deceleration</i> • weniger Lenkung/<i>less steering</i> • für unebene Strecken/<i>for uneven tracks</i>
		mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> • weniger Gewichtsverlagerung nach vorne bei der Gaswegnahme und beim Bremsen <i>less weight transfer forward during deceleration</i> • mehr Lenkung/<i>more steering</i> • für ebene Strecken/<i>for even tracks</i>
Anti-Squat	hinten/ rear	weniger/less	<ul style="list-style-type: none"> • stärkere Gewichtsverlagerung nach hinten beim Beschleunigen <i>stronger weight transfer backwards during acceleration</i> • mehr Lenkung/<i>more steering</i> • für unebene Strecken/<i>for uneven tracks</i>
		mehr/more	<ul style="list-style-type: none"> • stärkere Gewichtsverlagerung nach hinten beim Beschleunigen <i>stronger weight transfer backwards during acceleration</i> • weniger Lenkung/<i>less steering</i> • für ebene Strecken/<i>for even tracks</i>
Rollzentrum/ Roll center	vorne/ front	tiefer/deeper	<ul style="list-style-type: none"> • mehr, aber trägere Lenkung/<i>more but lazy steering</i> • höhere Kippneigung/<i>more inclination</i> • für glatte Strecken mit normalem Grip <i>for flat tracks with normal grip</i>
		höher/higher	<ul style="list-style-type: none"> • weniger, aber aggressivere Lenkung <i>less but aggressive steering</i> • geringere Kippneigung/<i>less inclination</i> • für Strecken mit sehr gutem Grip/<i>for tracks with very much grip</i>
	hinten/ rear	tiefer/deeper	<ul style="list-style-type: none"> • mehr Traktion beim Beschleunigen <i>more traction during acceleration</i> • weniger Grip beim Bremsen/<i>less grip during braking</i> • Kippneigung am Kurveneingang wird kleiner <i>less inclination at transition curve</i> • für rutschige Strecken/<i>for slippery tracks</i>
		höher/higher	<ul style="list-style-type: none"> • weniger Traktion beim Beschleunigen <i>less traction during acceleration</i> • mehr Grip beim Bremsen/<i>more grip during braking</i> • Kippneigung am Kurveneingang wird größer <i>more inclination at transition curve</i> • für glatte Strecken mit normalem Grip <i>for flat tracks with normal grip</i>

Mehr Informationen über H.A.R.M. Racing
Find more information about H.A.R.M. Racing
www.harm-racing.com



H.A.R.M. Racing GmbH

Am Winzerkeller 15 a
77723 Gengenbach
Germany

Tel./Fon: (+49) 7803 92138-20

Fax: (+49) 7803 92138-22

E-Mail: info@harm-racing.com