Leitfaden zum optimalen Fahrwerkssetup

Ziele und Methoden:

Zuerst muss erwähnt werden, dass sich dieser Leitfaden am realen Motorsport orientiert, sich das aber speziell auf Simulationen bestens übertragen lassen sollte. Meine Quelle ist hauptsächlich das Buch „Fahrdynamik in Perfektion, der Weg zum optimalen Fahrwerkssetup" von W.Weber, dem „Fahrwerksflüsterer". Reduziert man das Thema Setup auf sein Primärziel, so muss man nach dem schwächsten Glied der Kette aller zusammenwirkenden Bauteile suchen. Das schwächste Glied ist schnell gefunden: Der Reifen! Die optimale Einstell-Reihenfolge sollte lauten:

Reifen > Spur, Sturz > Federn > FZ-Höhe > Stoßdämpfer > Stabilisatoren > Bremsbalance > Differenzialsperre > Aerodynamik > Gewichtsverteilung > Leistung

Ich werde die Punkte allerdings in etwa der Reihenfolge durchgehen, wie sie in pCars an einem Beispielwagen (McLaren 12C GT3) aufzufinden sind, sofern sie nicht im Menü selber schon ausreichend erklärt werden oder unnötig sind.

REIFENDRUCK:

Hier eine Methode den optimalen Druck anhand der Temperatur (Telemetrieanzeige) zu ermitteln. Dieser kann asymmetrisch, also von rechts zu links unterschiedlich sein und ist streckenspezifisch einzustellen, da jede Strecke eine andere Anzahl Kurven in Art und Anzahl beinhaltet und somit verschiedene Drücke notwendig sein können:

$$\textit{Druckverlauf} = \frac{\textit{Temperatur Innen} + \textit{Temperatur Aussen}}{2} - \textit{Temperatur Mitte}$$

Diesen Druckverlauf sollte man für jeden Reifen einzeln ermitteln und das über mehrere Runden hinweg; am besten die Telemetriedaten im Replay ablesen oder regelmäßig Screenshots machen. Da einige Streckenabschnitte die Reifen mehr belasten sind Schnitttemperaturen zu ermitteln, also

$$\frac{\textit{kälteste Temperatur} + \textit{wärmste Temperatur}}{2} = \textit{Temperatur (Innen/Mitte/Aussen)}$$

$$\frac{\textit{DV Runde 1} + \textit{DV Runde 2} + \textit{DV Runde 3} + \textit{DV Runde 4}}{\textit{Rundenanzahl (hier: 4)}}$$

Anhand des Durchschnittswertes kann man folgendes ermitteln:

- **5 bis 10 >>>> Druck viel zu hoch**
- **0 bis 5 >>>> Druck etwas zu hoch**
- **0 >>>> optimaler Reifendruck**
- **0 bis -5 >>>> Druck etwas zu niedrig**
- **-5 bis -10 >>>> Druck viel zu niedrig**

Je mehr Daten man sammelt, desto genauer wird der Durchschnitt und somit eure Einstellung.

BREMSDRUCK / BREMSBALANCE:

Stellt ABS in den Fahrhilfen aus und fahrt eine lange ebene Gerade entlang. Wenn Ihr euch nun an die Blockiergrenze rantastet, wird eine Achse zuerst blockieren. Jetzt leitet Ihr mehr Bremsbalance an die andere Achse. Dies solange wiederholen bis alle Räder gleichzeitig blockieren. Je nach Pedal- oder Trigger- Empfindlichkeit kann der Bremsdruck angepasst werden um die Räder früher oder später blockieren zu lassen.

AUSRICHTUNG

Lenkungsrate:

Kann je nach Bedarf an Fahrer und Fahrzeug angepasst werden. Ist die Lenkung zu schlaff oder zu reaktionsfreudig, könnt ihr hier etwas nachbessern.

Sturzwinkel:

Idealerweise haben wir auf der Gerade wenig Sturz und viel Sturz in Kurven. Da man den Winkel während der Fahrt nicht verstellen kann, gilt auch hier die streckenspezifische „goldene Mitte" zu finden. Eure Reifentemperaturen verraten Euch ähnlich wie beim Luftdruck, ob zu wenig oder zu viel Sturz anliegt:

X (Sturz: Temp. Abhängig) = Temperatur Innen – Temperatur Aussen

X = über 10 >>> viel zu hoher negativer Sturzwinkel (verringern!)
X = über Null >>> negativer Sturzwinkel (ideal in Kurven, schlecht in Bremszonen)
X = Null >>> kein Sturz (auf Geraden ideal, in Kurven schlecht)
X = unter Null>>> zu wenig bzw. zu positiver Sturz (auf jeden Fall negativen Sturz erh.)

Bei Streckenproblemen könnt Ihr so an kritischen Stellen Euren Sturzwinkel prüfen. Generell empfiehlt es sich bei Streckensetups, wie beim Reifendruck, mit Durchschnittswerten zu arbeiten.

Pro & Contra (negativer Sturz):

- mehr Bodenhaftung in Kurven / wirkt stabilisierend bei Geradeausfahrt
- weniger Beschleunigungs- und Bremshaftung

Wo und Wieviel?

- mehr Sturz auf optimalen Verhältnissen, weniger Sturz auf welligen, schlechten Strecken.
- Links zu Rechts immer gleich (maximal 0,15° Unterschied)
- Fahrzeuge über 270km/h sollten nie mehr als maximal -3° fahren
- -4° nur in extremen Umständen (wenn alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft sind)

Spurwinkel:

Vorspur (Toe In) = positive Werte // Nachspur (Toe Out) = negative Werte

RWD Regel: Hinten etwas Vorspur stabilisiert RWD´s durch Untersteuerwirkung in Kurven. Der Idealwert liegt zwischen +0,16° und +0,25° Gesamtspur (bei pCars also zwischen +0,1 und +0,3 einstellen)

(Anmerkung: Bei Project Cars gibt es nur Gesamtspur. Einzelspur wäre, wenn man links und rechts einzeln einstellen könnte. Dann müsste man durch Addition die Gesamtspur daraus errechnen.)

FF und AWD Regel: Nachspur an der Hinterachse für besseres Einlenkverhalten (durch Übersteuern).

AUFHÄNGUNG

Bodenfreiheit:

So tief wie möglich OHNE AUFZUSETZEN. Je tiefer der Schwerpunkt des Fahrzeugs liegt, desto weniger dynamische Gewichtsverteilung findet statt (desto weniger neigt sich der Wagen in Kurven). Setzt ihr allerdings auf, verliert Ihr Traktion. Gerade so tief legen wie es die Strecke OHNE AUFZUSETZEN zulässt.

Federrate:

„So weich wie möglich, so hart wie nötig."

- ***Hinten ca. 10% härter als Vorne***
- *Aerodynamisch effektive FZ benötigen harte Federn um das Strömungsverhalten aufrecht zu erhalten (weniger Wippen der Karosserie)*

Harte Federn

- weniger Federweg, tiefere Fahrhöhe möglich
- Fahrzeug reagiert direkter auf Befehle, erfordert Präzision beim Lenken
- stabilere Spur- und Sturzwerte, stabilere Aerodynamik (FZ geht weniger „in die Knie")

Weiche Federn

- besserer mechanischer Grip
- FZ reagiert langsamer, ist aber besser beherrschbar
- weniger Arbeit für Zug- und Druckstufe (siehe Stoßdämpfer) da weniger Energie gespeichert wird

Stabilisatoren:

Passende Härte finden:

Hart stellen bis Traktionsprobleme auftreten, dann Stück für Stück zurück bis der Wagen wieder beherrschbar ist.

Project Cars erlaubt die Verstellung der Stabis <u>während der Fahrt</u>.

Korrektureffekte:

Bei Verstellung tritt der Änderungseffekt immer an der gegenüberliegenden Achse auf (Änderung vorne verändert Heckverhalten und umgekehrt).

- Stabi vorne härter > Balance mehr Richtung Untersteuern (Hinterachse)
- Stabi vorne weicher > Balance mehr Richtung Übersteuern (Hinterachse)

- Stabi hinten härter > Balance mehr Richtung Übersteuern (Vorderachse)
- Stabi hinten weicher > Balance mehr Richtung Untersteuern (Vorderachse)

Bei Regen sollten die Stabis etwas weicher eingestellt werden! Solltet Ihr eure perfekte Stabi Abstimmung gefunden haben und wollt Sie strecken- oder witterungsbedingt nun etwas weicher oder härter haben, müsst Ihr beide Stabis im gleichen Verhältnis verstellen, da euer Wagen sonst wieder zum Unter- oder Übersteuern neigen wird.

Stoßdämpfer

Federwegsbegrenzer:

Gemeint sind sogenannte Bumpstopps. Sie sollen, ideal eingestellt, ein Durchschlagen des Fahrwerks verhindern. Bei harten Federn können sie dezenter ausfallen als bei Weichen. Am besten Anhand der spielinternen Telemetriedaten während der Fahrt betrachten oder Euer Popometer mit Eurem Gehör koppeln, selber horchen/fühlen ob´s Fahrwerk durchschlägt.

Federweg und Rückfederweg:

Für alle die noch nichts von Low Speed und High Speed Druckstufen bei High-Tech oder Rennfahrwerken gehört haben, hier eine kurze Info:

Federweg und Rückfederweg sind die beiden Dämpferzustände, die Ihr in Forza als ***Zug- und Druckstufe*** *kennt oder auch als* ***Kompression und Ausdehnung*** *in Gran Tursimo, wobei „Federweg" eigentlich das Eindrücken des Dämpfers und „Rückfederweg" das Ausdehnen des Dämpfers darstellt. Nun differenzieren High-Tech-Fahrwerke sogar in High-Speed und Low-Speed Druck und Zug. Die High-Speed-Einstellung greift wenn die Geschwindigkeit, mit der der Dämpfer ein- oder ausfährt sehr hoch ist; die Low Speed Einstellung bei langsameren Kolbengeschwindigkeiten wie etwa geschmeidigen Bodenwellen. Ihr könnt also euer Fahrwerk auf verschiedene Situationen vorbereiten. Ihr könnt es hart einstellen und trotzdem könnte es heftige Schläge einstecken, je nach eingestellter High- und Low-Speed Stufe. Ihr habt bisher in anderen Spielen immer nur die Low-Speed Werte eingestellt, die High Speed waren fest vorgegeben und nicht sichtbar. Project Cars ist der erste Konsolensimracer der das Einstellen von echten Rennfahrwerken erlaubt.*

Generell werden im Motorsport Stoßdämpfer Zug (Rückfeder) zu Druck (Feder) im Verhältnis **2:1** bzw **1,5:1** eingestellt. Selten sind auf nasskalten Strecken im Tourenwagensport auch **1:1** Einstellungen zu finden.

Langsamer Federweg:
Gemeint ist die „Low Speed Druckstufe". (Korrekturhinweis Siehe Vorgehensweise-Liste)

Schneller Federweg:
Gemeint ist die „High Speed Druckstufe". (Korrekturhinweis Siehe Vorgehensweise-Liste)

Langsamer Rückfederweg:
Gemeint ist die „Low Speed Zugstufe". (Korrekturhinweis Siehe Vorgehensweise-Liste)

Schneller Rückfederweg:
Gemeint ist die „High Speed Zugstufe". (Korrekturhinweis Siehe Vorgehensweise-Liste)

MOTOR

Tankinhalt:

- Zum Feineinstellen des Fahrwerks, sollte der Tank idealerweise halb voll sein, da dies das Durchschnittsgewicht eures Boliden darstellt.
- Zur Qualifikation sollte der Tank so leer wie möglich sein um Gewicht zu sparen.
- Zum Rennen sollte gerade genug im Tank sein wie man benötigt. Jeder Liter zu viel bedeutet Übergewicht. Bei Rennen mit Boxenstopp natürlich Taktik-abhängig!

Bremszuordnung:

- Am besten während der Fahrt zu justieren. ABS abschalten und auf gerader Strecke langsam an den Blockierpunkt rantasten. Blockiert eine Achse zuerst > mehr Bremsdruck auf die andere Achse. Blockieren alle beiden Achsen gleichzeitig ist die Bremsverteilung optimal eingestellt. Vorsicht: Bremsbalance kann sich bei verändertem Wetter oder anderem Tankinhalt ändern!

Differenzial:

Sperrdifferenzial Beschleunigung (Zugbetrieb) in %:

- Je höher, desto mehr ähnelt euer Fahrzeug einem Kart.
- Begünstigt die Traktion beim Kurvenaustritt
- Je niedriger, desto besser das Einlenkverhalten

Sperrdifferenzial Schubbetrieb (Verzögerung) in %:

- Je höher, desto mehr Motorbremse ist vorhanden (weniger Unruhe beim „vom Gas gehen")
- Je niedriger, desto besser das Einlenkverhalten

Differenzial Sperrwirkung (in Nm):

- Je höher, desto mehr „arbeitet" das Differenzial (desto stärker sind die Effekte von Beschleunigung und Schubbetrieb)
- Je niedriger, desto direkter das Einlenkverhalten

Viskosperre (in %):

Ein anderes Differenzial Prinzip, welches auch in Mitteldifferenzialen vorkommt. Funktioniert durch Visko-Öl, das ab einer gewissen Drehzahl automatisch sanft Sperrwirkung erzeugt, ab einem bestimmten Drehzahlunterschied aber schlagartig zu macht (100% Sperre). Dadurch bedingt schlecht für Motorsport geeignet!

Fehlerbehebung an der Differenzialsperre:

Wagen untersteuert bei Kurvenausfahrt	>>	Zugbetrieb verringern
Zu wenig Vortrieb bei Kurvenausfahrt	>>	Zugbetrieb erhöhen
Stabile Bremsspur, aber Wagen untersteuert	>>	Schubbetrieb verringern
Beim Bremsen instabil, Übersteuerneigung	>>	Schubbetrieb erhöhen
Unruhig beim Wechsel von Bremse auf Gas	>>	Sperrwirkung verringern
Zu träge beim Wechsel von Bremse auf Gas	>>	Sperrwirkung erhöhen

Getriebe

Achsübersetzung:

Übersetzung HotLap bzw Qualifikation:

Der höchste Gang sollte am schnellsten Streckenteil ausgefahren werden können!

Übersetzung Rennen:

HotLap Übersetzung, aber 10 bis 20 km/h länger! (Luft für Windschattenfahrten)

Tipp zur Gangauslegung:

- Solange man in irgendeiner Kurve nicht den richtigen Gang findet, stimmt die Abstimmung nicht
- Ersten Gang auf die Geschwindigkeit der langsamten Kurve einstellen. Dadurch rücken die restliche Gänge näher zusammen.

VORGEHENSWEISE BEI AUFTRETENDEM UNTERSTEUERN

Kurveneingang?

- Kommt der Kurveneingang nach einer harten Bremszone?
  - → Vorne mehr Zugstufe (Rückfeder)

- Untersteuert es bei hohen Kurvengeschwindigkeiten?
  - → Aerodynamik Vorne erhöhen oder Hinten verringern
  - → Fahrzeughöhe Vorne absenken

- Untersteuert es bei mittleren oder niedrigen Geschwindigkeiten?
  - → Vorne mehr Sturz
  - → Hinten mehr Nachspur
  - → Fahrzeughöhe Vorne absenken
  - → Vorne weniger Druckstufe (Feder)

Kurvenmitte?

- Schlägt das Fahrwerk eventuell durch?
  - → Vorne härtere Federn

- Rollt die Front stark?

  Ja
  - → Vorne Stabilisatoren härter
  - → Vorne mehr Druckstufe (Feder)
  - → Vorne härtere Federn
  - → Sicherstellen das die Front nicht zu stark absinkt, was Traktion an der Hinterachsekosten könnte

  Nein
  - → Vorne Federn weicher
  - → Vorne mehr Zugstufe (Rückfeder)
  - → Vorne tiefer
  - → Vorne Stabilisatoren weicher
  - → Vorne weniger Druckstufe (Feder)
  - → Vorne mehr negativen Sturz auf das belastete Rad

Kurvenausgang?

- → Vorne mehr Zugstufe (Rückfeder)

VORGEHENSWEISE BEI AUFTRETENDEM ÜBERSTEUERN

Kurveneingang?

- → Vorne weniger Druckstufe (Federweg)
- → Hinten mehr Druckstufe (Federweg)

Kurvenmitte?

- Langsames bis mittleres Tempo?

  → Schlägt das Fahrwerk Hinten durch?

  Ja
  - → Hinten härtere Federn
  - → Hinten mehr Highspeeddruck (Schneller Federweg)

  Nein, das Heck rollt aber stark?
  - → Stabilisatoren hinten härter
  - → Hinten mehr Druckstufe (Federweg)
  - → Hinten härtere Federn

  Nein (und das Heck rollt nicht oder nur leicht)?
  - → Hinten weichere Federn
  - → Hinten Stabis weicher
  - → Hinten Höhe reduzieren
  - → Hinten weniger Zugstufe (Rückfederung)
  - → Hinten mehr Lowspeeddruck (Langsamer Federweg)

- Hohes Tempo?
  - → Aerodynamischen Abtrieb Hinten erhöhen
  - → Hinten mehr Zugstufe (Rückfederung)

Kurvenausgang?

- → Hinten tiefer gehen
- → Hinten mehr Einfedern zulassen beim Beschleunigen