

Setup Leitfaden 0.91 von Niels Heusinkveld (beta)

Das Differential

Als Kind hast du vielleicht ein Kettcar besessen, mit dem du auf der Straße entlang gestrampelt bist, mit dem Gefühl, der heißeste Fahrer aller Zeiten zu sein. Erinnerst du dich daran, wie sehr das Gefährt untersteuert hat? Die Hinterräder versuchten immer, das Kart weiter geradeaus zu schieben, wenn man mit einer zackigen Kurve angeben wollte.

Wenn ein Auto um eine Kurve fährt, muss das äußere Rad einen längeren Weg zurücklegen als das innere. Wenn beide Räder mit einer starren Achse verbunden sind, fangen die Räder an, gegeneinander zu arbeiten. Sie können sich nicht mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten drehen, wie sie es müssten. Als Ergebnis bestimmt das am stärksten belastete Rad (bei gleichem Untergrund auf beiden Seiten ist das aufgrund der Fliehkraft das kurvenäußere Rad) die Drehgeschwindigkeit der gesamten Achse. In diesem Fall versucht das kurveninnere Rad, das Auto weiter zu schieben. Diesen Effekt kann man auch auf Kartbahnen beobachten, wo die Starrachse hinten in manchen Situationen zu starkem Untersteuern führt (ich vermute, die Fahrwerksgeometrie der Karts führt fast zu einem Abheben des inneren Rades, so dass leichter rutscht).

Da es beim Rennfahren vor allem um schnelle Kurvenfahrten geht, hat man eine clevere Lösung für dieses Problem gefunden. Statt einer starren Achse hinten führen zwei kurze Achsen zu den Hinterrädern. Diese Achsen sind durch 2 oder mehr Kupplungsscheiben miteinander verbunden. Je nachdem, mit wie viel Kraft die Kupplungsscheiben zusammen gepresst werden, werden sich die Räder entweder

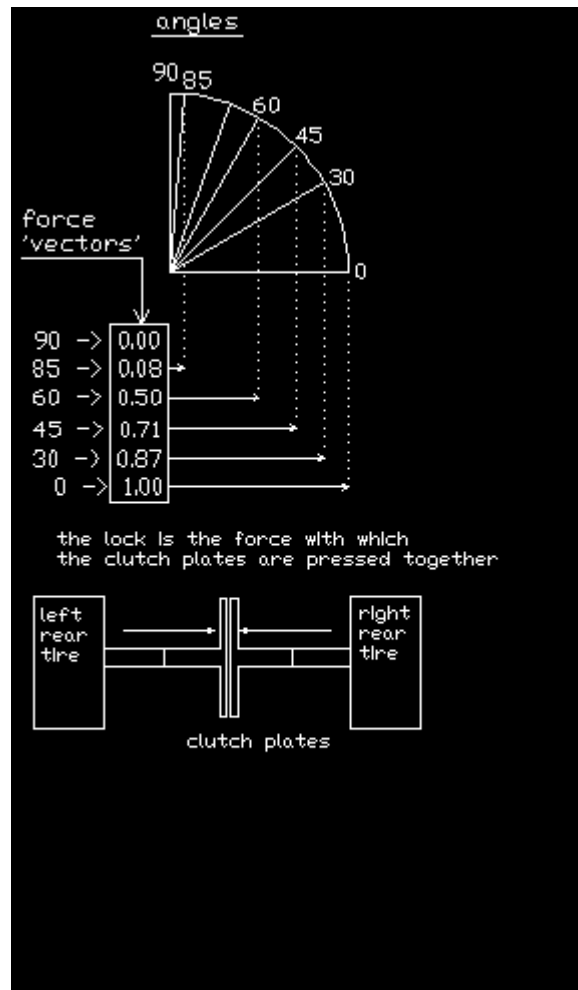
- 1) leicht unabhängig voneinander drehen oder
- 2) sich fast wie eine starre Achse verhalten

Wenn nur wenig Kraft die Scheiben zusammen presst, gleiten sie leicht aufeinander. Wenn ein Mann ein Hinterrad festhält, kann ein anderer das andere Rad von Hand drehen. Bei viel Anpressdruck lassen sie sich kaum gegeneinander verdrehen. Beim dem Differentialgetriebe in GPL lässt sich die Anpresskraft einstellen. Dies ist auch als Differentialsperre bekannt (je mehr Anpresskraft, desto mehr Sperre).

Die Sperre kann man unterschiedlich für das Gas geben (Lastbetrieb) und das Gas wegnehmen (Schiebebetrieb) einstellen. Der Einfluss der Scheiben ist hiervon unabhängig, die Scheibenanzahl hat den gleichen Einfluss auf Gasgeben wie Wegnehmen. Ein Scheibensatz kann ein gewisses Drehmoment übertragen, bevor die Scheiben anfangen, zu rutschen, und die Räder beginnen, sich unterschiedlich schnell zu drehen. Je mehr Scheiben man einsetzt, desto härter wird die Verbindung, egal ob man Gas gibt oder wegnimmt.

In den Fahrzeugeinstellungen lassen sich verschiedene Differentialeinstellungen wählen, von 30/30 bis 85/85 mit einigen Abstufungen dazwischen. Die erste Zahl ist der Wert für Gas geben, der zweite für Gas wegnehmen. Eine kleine Zahl bewirkt eine größere Kraft (stärkere Sperre), und eine höhere Zahl bewirkt geringere Kraft (weniger Sperre). Die Anzahl der Scheiben kann von 1 bis 6 eingestellt werden. Wie gesagt, verstärken die Scheiben die Wirkung der mit den xx/xx-Werten eingestellten Sperre.

Diese Zahlen (30...85) beschreiben die Winkel, unter dem die Zahnräder im Differential wirken. Abhängig von dem Winkel wirkt ein Teil der Antriebskraft in radialer Richtung auf die Achse und Scheiben (dieser Anteil presst die Scheiben nicht zusammen), und der andere Anteil der Antriebskraft wirkt in axialer Richtung und presst die Kupplungsscheiben aneinander. Erinnern wir uns an den Physikunterricht: Eine Kraft, die nicht direkt in Richtung der X- oder Y-Achse geht, hat je eine X-Komponente und eine Y-Komponente. Dies ist auf folgendem Diagramm zu sehen:



Die Größe dieser Komponenten hängt von dem Winkel ab, unter dem die Kraft wirkt. Bei 85° (fast senkrecht) gibt nur eine sehr kleine horizontale Komponente. Nun zurück zu GPL. Wenn man in GPL das Differential auf 85/85 stellt, wirken sowohl im Lastfall wie im Schiebetrieb nur sehr geringe Kräfte auf die Scheiben. Wenn man es auf 60/30 einstellt, wirkt presst mehr Kraft beim Gas geben die Scheiben zusammen, und noch mehr beim Gas wegnehmen.

Wenn GPL-Fahrer über Differenzialeinstellungen reden, ist das oft skurril. „Ich finde 85/45 am besten“, „Nein, 60/30 ist viel besser“. Beim Differential zeigen Fahrer vielleicht am häufigsten, dass diejenigen, welche ihr Setup „nach Gefühl“ einstellen, das Feedback von GPL nicht richtig deuten können. Vor allem vergessen sie, die Anzahl der Scheiben zu erwähnen, und wie wir vorher gesehen haben, haben die Scheiben direkten Einfluss auf die Differentialsperre. Man kann ihnen das nicht übel nehmen: Das Differential in einem xx/xx/x Format (Lastwinkel/ Schiebewinkel/ Scheiben) darzubieten, ist weder nahe liegend noch praktisch.

Die Federstärken zum Beispiel sind anschauliche Einheiten. Mit dem Differential ist das nicht so. Um das Differential brauchbar zu machen, müsste man die Zahlen in einen Wert für „Sperrwirkung“ umrechnen anstelle des seltsamen 45/30/2 o.ä.. Schließlich will man wissen, wie viel Sperrwirkung man beim Gas geben und wegnehmen hat. 45/30/2 bedeutet, dass man etwas mehr Sperrwirkung beim Gas wegnehmen hat als beim Gas geben, aber wie ist das im Verhältnis zu 60/45/4? Die Winkel sind größer, also weniger Sperrwirkung – aber da sind auch mehr Scheiben, also mehr Sperrwirkung. Wenn man stattdessen wüsste, das 45/30/2 eine Sperrwirkung von, sagen wir, 1,5 auf dem Gas und 1,8 ohne Gas bedeutete, und 60/45/4 wäre 1,4 mit Gas und 1,7 ohne, dann könnte man richtig mit den Einstellungen arbeiten.

Und das ist vielleicht das Wegweisende an diesem Leitfaden, Marc Mercer hat (mit etwas Hilfe von oben) einen Weg gefunden, die Differentialeinstellungen in brauchbare Sperrwirkungen umzurechnen! Mit der folgenden Tabelle kann man also von nun an exakte Faktoren für den Lastfall wie Schiebetrieb bestimmen, in Abhängigkeit von den Winkeln und der Scheibenanzahl.

Differential		Anzahl der Scheiben					
Sperrfaktor		1	2	3	4	5	6
Winkel	30	1,732	2,598	3,464	4,330	5,196	6,062
	35	1,638	2,457	3,277	4,096	4,915	5,734
	40	1,532	2,298	3,064	3,830	4,596	5,362
	45	1,414	2,121	2,828	3,536	4,243	4,950
	50	1,286	1,928	2,571	3,214	3,857	4,500
	55	1,147	1,721	2,294	2,868	3,441	4,015
	60	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500
	65	0,845	1,268	1,690	2,113	2,536	2,958
	70	0,684	1,026	1,368	1,710	2,052	2,394
	75	0,518	0,776	1,035	1,294	1,553	1,812
	80	0,347	0,521	0,695	0,868	1,042	1,216
	85	0,174	0,261	0,349	0,436	0,523	0,610

Die Tabelle ist folgendermaßen zu lesen: Wenn du eine Einstellung 60/30/2 gewählt hast, bedeutet das einen Sperrfaktor von 1,5 auf dem Gas und 2,598 beim Schiebetrieb. Je größer der Faktor, desto stärker die Sperrwirkung. (Anm. d. Ü.: Der Faktor berechnet sich aus: Kosinus des Winkels x (Scheibenanzahl + 1))

Nun, das zu Erklären, hat eine Weile gedauert. Mit diesem Wissen versorgt, erläutere ich nun, welchen Einfluss das Differential beim Fahren eines GPL-Rennwagens hat (wird ja auch Zeit, nicht? ☺). Auf einer Geraden ist es recht egal, welche Einstellungen man gewählt hat. In Kurven werden die Unterschiede allerdings sichtbar.

Beim Beschleunigen

Du beschleunigst aus einer Kurve heraus. Dein Ziel ist es, am Kurvenausgang so schnell wie möglich zu sein. Welche Kombination von Lastwinkel und Scheiben brauchen wir dafür? Da wir jetzt nur die „Gas-Seite“ betrachten, nehmen wir erst mal 85/xx/1. Laut der Tabelle haben wir einen Faktor von 0,174. Wenn wir jetzt aus einer Rechtskurve beschleunigen, liegt der größte Druck auf dem linken Hinterrad. Die Scheiben sind kaum zusammen gepresst. Dadurch überwindet das Motordrehmoment sehr bald die Reibkraft der Scheiben, und der Motor fängt an, vor allem das am wenigsten belastete Rad anzutreiben: In der Folge dreht das rechte Hinterrad durch, und das äußere Rad wird kaum angetrieben. Der Wagen erzeugt eine Qualmwolke am inneren Reifen, doch man kriecht förmlich aus der Kurve.

0,17 ist also nicht genügend Sperre, wir brauchen mehr Power auf dem belasteten Rad, um sauber aus der Kurve zu beschleunigen. Probieren wir 30/xx/6, damit haben wir *38 mal so viel Sperrwirkung* wie bei 85/xx/1. Wenn wir jetzt aus der Kurve beschleunigen, kriegen wir sehr viel Leistung auf beide Räder. Falls jetzt die Räder durchdrehen, kommt es zu plötzlichem Übersteuern und es wird schwer, den Wagen zu halten, da beide Reifen gleichzeitig die Haftung verlieren.

Dies sind die beiden Extreme. Wie hoch ist denn jetzt die richtige Sperrwirkung? Gute Frage. Zu wenig Sperre bewirkt Untersteuern und zu geringe Beschleunigung, da zu viel Motorleistung an das leichte kurveninnere Rad verschwendet wird. Zu viel Sperrwirkung und man bekommt das „Starrachse, die den Wagen vorwärts schiebt“-Untersteuern, und Dreher werden wahrscheinlicher, da beide Hinterräder leicht durchdrehen. Irgendwo dazwischen gibt es einen Bereich, der weder den einen noch den anderen negativen Effekt bewirkt. Abhängig vom Fahrstil (die meisten haben eigentlich keinen Stil und hängen verzweifelt am Lenkrad) und anderen Setup Einstellungen sollte man einen Wert zwischen 1,0 und 1,5 anstreben.

Aber wie stellt man die richtige Sperre zum Beschleunigen ein? Das Ziel in GPL muss sein, gefühlvoll zu fahren. Eine gefühlvolle Fahrweise ist schneller, schont die Reifen und ist die beste Grundlage für konstante Rundenzeiten. Mit einem 60/xx/2 Differential hat man einen Sperrfaktor von 1,5. Mit einem gefühlvollen rechten Fuß ergibt das ein gutes Setup zum Übersteuern durch Gas geben. Vielleicht kriegst du es nicht so sanft hin, und das Heck neigt zum Ausbrechen. 60/xx/1 ist deutlich leichter zu fahren, aber du wirst feststellen, dass das Übersteuern per Gasfuß nicht mehr so leicht geht. Du kannst die folgenden Einstellungen von „derb“ bis „leicht“ probieren:

60/xx/2 = 1.500 bissig, schwierig beim Gas geben

70/xx/3 = 1.368

75/xx/4 = 1.295

75/xx/3 = 1.036 kontrollierbarer, weniger Übersteuern

(Anm. d. Ü.: Dieser Leitfaden wurde geschrieben, bevor der 65er Mod existierte. Die 65er sind aufgrund der geringeren Motorleistung und des besseren Grips besser zu kontrollieren, so dass auch höhere Sperrfaktoren möglich sind.)

Auf welche Werte läuft es nun hinaus? Probier es aus! ☺ Mit GPL Race Engineer oder dem Setup assistant 65 lassen sich die auch die Zwischenwerte wie 70° oder 75° einstellen. Keine Bange, wenn sie damals 70° oder 75°-Winkel gewollt hätten, hätten sie solche Getriebe herstellen können, das ist völlig in Ordnung und definitiv kein Cheaten. Wenn du wissen möchtest, warum ich immer mindestens zwei Scheiben nehme, lies weiter!

Beim Verzögern

Du nimmst Gas weg, um eine Kurve anzubremsen. Dein Ziel ist nicht, die Kurve so schnell wie möglich anzufahren, sondern es kontrolliert zu machen, so dass du eine saubere Linie für eine schnelle Kurvenausfahrt wählen kannst. Mit einer guten Kurveneinfahrt kannst du 0,1 Sekunden gut machen, aber mit einer schlechten Ausfahrt leicht 0,3 s verlieren. Sehen wir uns dieselben Extreme wie vorher an. Also nehmen wir zuerst xx/85/1, mit dem selben Sperrfaktor von 0,174, aber dieses Mal, wenn wir das Gaspedal lösen. Wir versuchen, die Kurve anzufahren und stellen fest, dass von „gefühlvoll und kontrolliert“ keine Rede sein kann. Der Grund ist einfach. Die fehlende Sperrwirkung lässt das Auto fast automatisch in die Kurve rotieren, da die Räder sehr leicht mit verschiedenen Geschwindigkeiten drehen. Xx/30/6 andererseits führt wieder zur „Starrachse“. In diesem Fall will der Wagen gar nicht in die Kurve drehen, er will stur geradeaus fahren. Man braucht eine gewisse Sperrwirkung, um ein Übersteuern in die Kurve hinein zu vermeiden. Aber nicht zu viel: das schiebt den Wagen vorwärts statt einzubiegen.

SEHR wichtig! Wenn du beim Bremsen den Fuß etwas auf dem Gaspedal behältst, benutzt du die Schiebe-Seite des Differentials gar nicht! Warum nicht? Durch das Gas geben bleibt der Gaswinkel aktiv. Der Schiebewinkel wird nicht beim Verzögern aktiv, sondern erst, wenn das Gaspedal vollständig gelöst wird. Wenn du zu denen gehörst, die beim Bremsen etwas Gas geben „um den Wagen zu stabilisieren“ (blödsinnig, sage ich!), dann kannst du den Schiebewinkel auf beliebige Werte stellen, du benutzt ihn eh nicht. Fahr GPL lieber sauber und benutz Gas und Bremse nicht gleichzeitig!

Ja, so ist es: Wenn du ein 30/85/1 Setup einstellst (wie man es häufig in hotlap-Setups sieht), und du beim Bremsen etwas Gas behältst (so wie es viele Fahrer machen), benutzt du im Grunde ein 30/30/1, da die Sperrwirkung beim Bremsen und Einlenken auf der Lastseite bleibt.

Wie auch immer, wir saubere Fahrer, die beim Bremsen den Fuß vom Gas nehmen, haben eine Einstellung mehr am Differential, eben den Schiebewinkel. Um zu verhindern, dass der Wagen beim Anbremsen zu stark in die Kurve eindrehet, braucht man ein Mindestmaß an Sperrwirkung. Selbst mit einem Winkel von 30° braucht man mindestens 2 Scheiben, oder der Wagen übersteuert zu sehr! Das hängt natürlich vom gesamten Setup ab (Querstabilisatoren, Federhärten, Spur), aber vermeide zu starkes Übersteuern! I nutze für gewöhnlich einen Sperrfaktor zwischen 2,5 und 3,5 auf der Schiebeseite. Ich fahre gerne mit Übersteuern, und mit wenig Spur und Federhärten entsprechend der Gewichtsverteilung des Wagens bekomme ich mit xx/45/3 eigentlich immer ein im Kurveneingang leicht übersteuerndes Auto. Mit mehr Spur und einem andern Setup empfindest du das vielleicht nicht als übersteuernd. Doch noch mal: Gefühl ist der Schlüssel zum Erfolg. Mit einem

leicht übersteuernden Wagen mit z.B. xx/30/3 oder sogar xx/30/4 kann man konstant und sicher fahren. Einige Einstellungen für die Schiebeseite sind:

xx/30/2 = 2.598 übersteuernd, wenn das Gas völlig gelöst wird
xx/45/3 = 2.828
xx/40/3 = 3.064
xx/30/3 = 3.464
xx/30/4 = 4.330 untersteuernd, wenn das Gas völlig gelöst wird

Welche Einstellungen also?

Von schwer bis leicht, mit einem Optimum irgendwo in dazwischen, sind dies ein paar Beispiele, die du probieren kannst.

60/30/2 Bissig und übersteuernd mit und ohne Gas
70/45/3 Deutlich angenehmer, aber noch übersteuernd, abhängig vom restlichen Setup
75/45/4 Nicht so schwierig, aber man kann nicht so gut „mit den Pedalen steuern“

Es wäre blödsinnig zu sagen, welches schneller ist, denn:

- 1) Alle GPL Autos sind übermotorisierte, fiese Maschinen mit viel zu wenig Grip, die ähnlich schnell sind, egal mit welchem Setup genau
- 2) Das bedeutet: Entscheidend ist der Fahrer, und was er mit dem Auto anstellt
- 3) Ein gutes Setup ist wichtig, denn es ermöglicht dem Fahrers gefühlvolles Rennfahren mit so wenig Aktionen am Lenkrad und den Pedalen wie möglich, aber die erreichbare Rundenzeit wird sich bei verschiedenen Setups nicht groß unterscheiden.

Einfach gesagt, jemand kann mit den oben vorgestellten Setups Weltrekorde fahren. Der Fahrer ist das Alien, nicht das Setup. Ich fahre sehr gerne 70/45/3, da es mir mit und ohne Gas kontrollierbares Übersteuern bietet. Was ist das richtige Differential für dich? Probier sie und finde es für dich selbst heraus! Jetzt, wo du die Bedeutung der Einstellwerte kennst, kannst du ein paar Einstellungen probieren und den Effekt spüren.

Man muss schon ein recht brauchbarer Fahrer sein, um so etwas zu spüren. „Brauchbar“ in diesem Sinne bedeutet nicht, wie schnell er oder sie ist, sondern wie gut er oder sie die Rückmeldungen von GPL wahrnimmt. Ich habe kleine Änderungen in einem GPL Setup nicht spüren können, bis eines Tages... ich eine Erleuchtung hatte, sozusagen :) Möglicherweise bist du so trampelfüßig wie ich vor einem Jahr und kannst die Unterschiede zwischen 75/45/5 und 60/60/2 nicht feststellen. Mach dir nichts draus. Ich bin sicher, die Hälfte der GPL-Fahrer sind zu unerfahren um die feinen Unterschiede zu fühlen. Man muss dafür sehr bewusst fahren und das Verhalten des Wagens in seiner Black Box (Hirn) abspeichern. Anfangs war ich überhaupt nicht in der Lage, ein Setup vom anderen zu unterscheiden. Das hat sich buchstäblich erst mit den Jahren entwickelt. GPL soll Spaß machen, und wenn du das Gefühl noch nicht hast: egal, nimm dir ein Differential, mit dem du dich wohl fühlst und genieß das Rennen!

