



## Grundlagen Nissan ECU Tuning

\*\*\* ENTWURF \*\*\*

## Einführung

Dieses Dokument dient als Leitfaden für diejenigen, die zum ersten Mal mit einer Nissan ECU in Berührung kommen. Es soll keine „ein und alles Anleitung“ für das Tuning einer Nissan ECU darstellen. Da Nissan nie wollte, dass wir ihr Produkt modifizieren, gibt es kein endgültiges Dokument zu diesem Thema. Aber es hat viele Leute gegeben, die sich für dieses Thema interessieren, was dazu geführt hat, dass durch viele Nachforschungen viele Details ans Licht gekommen sind.

Dies ist ein fortlaufender Prozess und nur durch die Mithilfe der Eigentümer von Nissans und der Nissan Community im Allgemeinen ist es zu schaffen, dass weitere Informationen verfügbar werden. Wenn Du etwas heraus gefunden hast, was nicht hier behandelt wird und möchtest das Wissen teilen, dann kontaktiere uns und wir werden es in die nächste Revision dieses Dokumentes einpflegen.

Dies ist keine Anleitung für das NISTune System – bitte lies die anderen erhältlichen Dokumente, wie man die Hardware installiert und die NISTune Software bedient.

Alle Beispiele auf das Tuning bezogen gelten für Turbomotoren, es sei denn es ist anders angegeben.

# IMPORTANT INFORMATION

## DISCLAIMER OF LIABILITY

NO LIABILITY FOR CONSEQUENTIAL DAMAGES. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INCIDENTAL, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES WHATSOEVER (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES FOR LOSS OF BUSINESS PROFITS, BUSINESS INTERRUPTION, LOSS OF BUSINESS INFORMATION, OR ANY OTHER PECUNIARY LOSS) ARISING OUT OF THE USE OF INFORMATION CONTAINED HEREIN.

IN NO EVENT WILL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY COMPUTER DAMAGE, VEHICLE DAMAGE, PERSONAL INJURY, DEATH, FINES, LAWSUITS, PROSECUTION, LOST PROFITS, LOST DATA, INCORRECT DATA, ENVIRONMENTAL DAMAGE, GOVERNMENT, LAW AND REGULATORY VIOLATIONS OR ANY OTHER INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES THAT RESULT FROM USE INFORMATION CONTAINED HEREIN.

THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS NOT INTENDED FOR USE IN OPERATION OF MOTOR VEHICLES AND/OR MACHINES WHERE THE USE, FAILURE OR MISUSE COULD LEAD TO DEATH, PERSONAL INJURY OR PHYSICAL OR ENVIRONMENTAL DAMAGE AND OR VIOLATE ANY ENVIRONMENTAL, SAFETY, TRANSPORTATION OR OTHER LAWS OR REGULATIONS.

WHERE THE LIMITATION OF LIABILITY FOR INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES IS NOT ALLOWED, THE AUTHOR'S TOTAL LIABILITY TO YOU FOR ALL DAMAGES WILL NOT EXCEED \$1.00 AUD.

## Kurzfassung auf Deutsch

**Der Autor übernimmt keine Verantwortung für Schäden jeglicher Art, die aus der Anwendung der hier dargelegten Informationen resultieren könnten. Für weiterführende Informationen bitte den originalen englischen Text lesen.**

# Inhalt

Einführung .....	1
IMPORTANT INFORMATION .....	2
1. Ein solide Basis als Ausgangspunkt.....	4
2. Hintergrund Wissen.....	4
3. Eine Tuning Übersicht .....	5
4. Setzen des Einspritzmultiplikators (Injection Multiplier, K-Konstante) .....	6
5. Fuel Map Tuning (Einstellen der Benzin-Luft-Gemisch Tabelle) .....	8
6. IGN Map Tuning (Einstellen der Zündzeitpunkts-Tabelle) .....	11
7. Drehzahl/Last-Skalierungs Anpassungen (RPM/Load Scale Adjustments) .....	13
8. Geschwindigkeits- und Drehzahllimits (RPM/Speed limits).....	14
9. TTPmax & TTPmin .....	14
10. Ändern der Größe der Einspritzdüsen.....	15
11. Einspritzdüsen Latenzzeit (Injector Latency).....	15
12. TP Last Limit (TP load limit) .....	16
13. Beschleunigungs-Anreicherung (Acceleration Enrichment).....	16
14. Ändern des Luftmassenmessers (Changing Airflow Meter).....	17
15. Tuning Beispiel .....	18

## 1. Ein solide Basis als Ausgangspunkt

Bevor Du mit dem Tunen beginnst ist es sehr wichtig, dass das Fahrzeug einwandfrei läuft. Es ist ein häufiger Fehler mit dem Tuning zu beginnen, während es aktuell ein Problem mit dem Auto gibt. Das kann sehr Zeitaufwändig, frustrierend und auch gefährlich sein. Viele Autobesitzer bringen ihr Auto zu einem Tuner und sagen: „Ich will das Auto getunt haben.“, weil sie denken, dass Einstellungen an der ECU alle Fehler automatisch beheben. Dabei hätten sie eigentlich neue Zündkerzen nötig, den LMM gesäubert oder müssten den Spritfilter und/oder die Benzinpumpe ersetzen. Und zwar BEVOR das erste Tuning beginnt.

Wenn Du mit einer gammeligem und altersschwachen Spritpumpe mit dem Tunen beginnst, wirst Du beim Tunen eine Menge mehr Benzin über die ECU einspritzen lassen, als eigentlich nötig wäre. Wenn dann im Endeffekt die Spritpumpe doch durch eine neue ersetzt wird, ist das Gemisch übermäßig fett. Das gleiche passiert mit einem dreckigen LMM – in einigen Fällen läuft der Motor auffallend fett in anderen viel zu mager. Beides ist schlecht!

Hier ist eine Mini-Checkliste auf die Schnelle:

1. **Zündkerzen** – stelle sicher, dass sie mind. in guten Zustand sind. Am besten gleich ersetzen. Wenn die Kerzen von jemand anderem ersetzt wurden, stelle sicher, dass die Kerzen den korrekten Wärmegrad besitzen. Es ist eine gute Idee, einen Wärmegrad kältere Kerzen zu benutzen, wenn ein höherer Ladedruck (LD oder auch Boost) als Standard gefahren wird.
2. Der **Luftmassenmesser** (LMM oder auch AFM (Air Flow Meter)) ist zu säubern.
3. **Benzinpumpe** und **-filter** – sind die nicht nagelneu oder annähernd neu ist es eine gute Idee, den Benzindruck oder mindestens das Gemisch grundlegend mit einer Breitbandlambda (WB AFR = Wideband Air Fuel Ratio) zu prüfen.
4. **Zündzeitpunkt** (ZZP oder auch „IGN Timing“) – prüf ihn mit einer Blitzpistole. Es ist nicht ausreichend, nur die Werte aus dem NISTune oder DataScan zu verwenden.
5. **Benzin** – stelle sicher, dass der Tank voll mit **frischem** Benzin ist. Wenn es ein Projektauto ist, welches unter Umständen Monate steht, ist in dem Tank altes und abgestandenes Benzin. Das ist nicht das gleiche.

Mehr Details zur Wartung von SR20-Motoren gibt es auf [www.plmsdevelopments.com](http://www.plmsdevelopments.com) – gehe dort in den Abschnitt „SR20 Setup Tips“.

## 2. Hintergrund Wissen

Stelle sicher, dass Du, die für Deine ECU passende, NISTune Dokumentation gelesen hast. Anleitungen sind für die Installation auf [www.NISTune.com](http://www.NISTune.com) verfügbar, sowie Software Handbücher und Quickstart Anleitungen für die verschiedenen Platinen. Bitte lies sie auch. Es kommt nicht gut an, wenn wir mit „Hier funktioniert was nicht.“ kontaktiert werden, wenn Du Dir nicht die Mühe gemacht hast, die Anleitungen durchzulesen. Wir haben uns viel Mühe gegeben, umfassende Anleitungen zu erstellen – also nutze sie bitte.

Dieses Dokument geht davon aus, dass die NISTune-Platine bereits eingebaut, die NISTune-Software schon installiert ist und eine Verbindung von der ECU zum Laptop schon hergestellt wurde.

Ein grundlegendes Wissen über Motor-Tuning ist von wesentlicher Bedeutung. Blinde Anpassungen der Parameter werden den Motor beschädigen. Wenn Du nicht über das Wissen verfügst und nicht bereit bist Neues zu lernen, bezahle jemand anderen mit diesem Wissen, damit der Dir dann das Tuning macht. Wir können die Tools zum Tunen Deines Nissan-Motors liefern, aber nicht das dazugehörige Wissen.

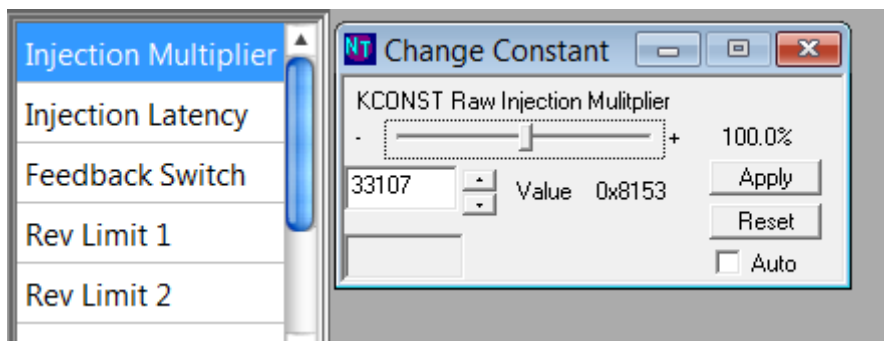
### 3. Eine Tuning Übersicht

Sehr allgemein gesprochen ist das Tuning das Anpassen der K-Konstante (auch Injection Multiplier genannt) zum groben Einstellen des Gemisches und dem anschließenden Anpassen der Benzin- und Zündzeitpunkt-Tabellen (Fuel Map und IGN Map), um in allen Drehzahlbereichen (RPM) und Lastzuständen (Load) das korrekte Benzin-Luft-Gemisch und den korrekten ZZP zu erhalten. Die K-Konstante braucht nur selten angepasst werden, wenn der Motor mit den originalen Einspritzdüsen und LMM läuft – das meiste Tuning wird dann in den Fuel- und IGN-Maps selbst gemacht.

Als Startpunkt ist hier eine Schritt-für-Schritt Anleitung (davon ausgehend, dass beim Motor die Einspritzdüsen und/oder der LMM ausgetauscht wurden):

1. Stelle sicher, dass das Auto sauber läuft, wie in Abschnitt 1 erläutert. Wenn möglich mache einen „Basis Lauf“ und zeichne die AFRs (Air-Fuel-Ratios, Breitbandlambda-Werte) unter Volllast auf. Es ist auch gut, ein Log von TPS Volt (Throttle Positioning Sensor, Drosselklappensensor), LMM Volt (AFM), Einspritzdauer (Injector pulswidth), ZZP (IGN) und Drehzahl (RPM) zu erstellen. Das gibt gute Referenzwerte.
2. Wenn der LMM und/oder die Einspritzdüsen geändert werden sollen, so verbaue sie jetzt.
3. Passe die K-Konstante an, bis die AFR-Werte unter geringer Last korrekt sind (fasse K nicht an, wenn Du weiterhin den Standard-LMM und –düsen benutzt).
4. Stelle sicher, dass die IGN Map „sicher“ ist (z.B. nimm den ZZP in den Hochlastbereichen ein paar Grad zurück).
5. Mach zu Anfang eine Volllast-Testfahrt mit geringem LD und prüfe die AFRs.
6. Passe die Werte der Fuel Map an, um die gewünschten AFRs über das gesamte Drehzahlenband zu erreichen (normalerweise 11,5 – 12,3:1).
7. Erhöhe den LD in kleinen Schritten und passe die Fuel Map an, um in allen LD-Bereichen und bei allen Drehzahlen das korrekte Gemisch einzustellen (Anmerkung: achte auf das Klopfsignal wenn der LD ansteigt).
8. Gehe über zur IGN Map. Erhöhe langsam bei vollem LD den ZZP in den Hochlastbereichen, bis kein Anstieg des Drehmoments mehr spürbar ist (oder Klopfen erkannt wird), dann gehe 2 bis 3 Grad zurück. Auch andere Methoden der Klopferkennung können genutzt werden (siehe „IGN Map Tuning“).
9. Wenn das Tuning fertig ist, führe eine erneute Testfahrt mit Aufzeichnung derselben Daten wie bei 1. durch. Mindestens das AFR und der LD sind gegen die Drehzahl aufzuzeichnen.
10. Prüfe erneut bei Teillast das AFR und den ZZP – passe die Tabellen bei Bedarf an.

## 4. Setzen des Einspritzmultiplikators (Injection Multiplier, K-Konstante)



Der Einspritzmultiplikator (auch „K-Konstante“ oder „Injection Multiplier“ genannt) ist eine der primären Werte, die die ECU zum Berechnen der Einspritzzeit in allen Teilen der Map nutzt. Eine Anpassung dieses Wertes hat Auswirkungen auf alles andere.

Normalerweise wird dieser Wert nicht geändert, solange kein anderer LMM oder größere Einspritzdüsen genutzt werden – dann werden nur die Werte der aktuellen Fuel und IGN Map angefasst. Wenn Du allerdings einen anderen LMM oder größere Einspritzdüsen verwendest, ist es nötig, den Einspritzmultiplikator erneut zu berechnen. Das wird automatisch von NISTune erledigt. Im „Operations Menu“ findest Du die Einträge für „Resize Injectors“ und „Change Mass Airflow Meter“.

Die Berechnung basiert auf einem simplen Verhältnis von alt gegen neu, sowohl für die Einspritzdüsen als auch dem LMM. Wenn beispielsweise die originale K-Konstante 21475 ist und die Einspritzdüsen von 370 ccm auf 550 ccm geändert werden, ist der neue K-Konstante  $21475 \times (370/550) = 14447$ . Es ist offensichtlich, dass der K-Konstante kleiner wird wenn wir größerer Einspritzdüsen verwenden.

Das gleiche gilt für den Austausch des LMM mit dem Unterschied, dass wir hier für die Berechnung die angenommene maximale PS-Leistung des LMM heran ziehen. Beispielsweise kann ein Standard SR20-LMM bis maximal ca. 290 PS messen. Wenn wir nun ein Z32-LMM verbauen, welcher bis maximal ca. 550 PS messen kann, sieht die Berechnung so aus:  $21475 \text{ (Standard K-Konstante)} \times (550/290) = 40723$ .

Wenn Du die Einspritzdüsen UND den LMM austauschst, musst Du beide oben genannten Berechnungen durchführen:  $21475 \times (370/550) \times (550/290) = 27400$ .

**Dies ist nur eine grobe Berechnung, um die Dinge annähernd in die korrekten Wertebereiche zu bekommen.**

Weil diese neue K-Konstante nur ein grober Ausgangspunkt ist, muss sie überprüft bzw. angepasst werden, indem bei laufendem Motor das Benzin-Luft-Gemisch mit einer Breitbandlambdasonde geprüft wird. Dies ist am einfachsten zu erreichen, wenn der Motor in einer Region der Fuel Map betrieben wird, wo er normaler Weise im „Closed Loop“ (AFR = 14,7:1) läuft. Hier gibt es nur das Problem, dass in diesem Bereich die normale Lambdasonde (O2 Sensor) aktiv ist und die ECU permanent versucht, 14,7:1 als Gemischverhältnis zu erreichen, egal welche Werte in die Fuel Map eingetragen werden. Um brauchbare Ergebnisse zu erhalten müssen wir die ECU dazu bewegen, die Werte der normalen Lambdasonde zu ignorieren.

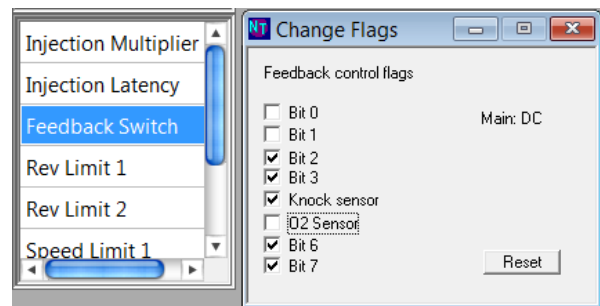
Um dies zu erreichen gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Direktes Abklemmen des Lambdasonden-Kabels.

2. Stelle in den betroffenen Zellen der Fuel Map das Benutzen des Lambdasonden-Signals (O2 Feedback) aus. Stelle sicher, dass Du unten bei der Fuel Map ein Häkchen bei „Flags“ gesetzt hast. Nun werden Zellen, in denen die Lambdasondensteuerung aktiv ist, hellblau schattiert. Jetzt kann durch markieren der Zelle und drücken von „O“ (nicht Null sondern der Buchstabe „O“ ☺ ) zwischen der Lambdasondensteuerung und „nur nach Map einspritzen“ umschalten. Setze nun temporär alle Werte in diesen Zellen auf 0. Das gibt einen theoretischen AFR von 14,7:1.

5200	2	-1	-1	-4	-4	-4	8	23	27	31	39	46	4
4800	0	0	0	0	0	0	0	9	13	18	33	42	4
4400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	22	29	3
4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	25	3
3650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	28	3
3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	25	2
2800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	20	2
2400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	14	1
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	11	12	1
1600	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	11	12	1
1200	0	0	0	0	0	0	0	8	10	11	12	13	1
800	0	0	0	0	0	0	12	14	15	16	17	18	1

3. Bei der dritten Methode wird auf die globale O2 Feedback-Einstellung von NISTune zugegriffen. Das ist immer noch in der Erprobung, aber wenn es für alle ECUs verfügbar ist, genügt ein einfaches Wegnehmen des Häkchens bei „O2 Sensor“ unter „Feedback Switch“, um die Lambdasteuerung komplett auszuschalten. Die Werte in der Fuel Map müssen aber weiterhin genullt werden.



Auf einem Prüfstand kannst Du das Auto einfach mit minimaler Last im 4. Gang laufen lassen und Dir dabei die AFRs anschauen. Klicke bei „Injection Multiplier“ auf „Auto“ damit die Änderungen sofort wirksam werden und verändere einfach die K-Konstante, bis Du ungefähr die gewünschten 14,7:1 erhältst.

In der Realität kann durch das allgemeine Verhalten des Motors um den Leerlauf und bei leichter Belastung herum gesagt werden, ob die K-Konstante nahe beim Optimum ist. Wenn er in diesen Bereichen gut läuft bist Du nicht weit von der optimalen K-Konstanten entfernt.



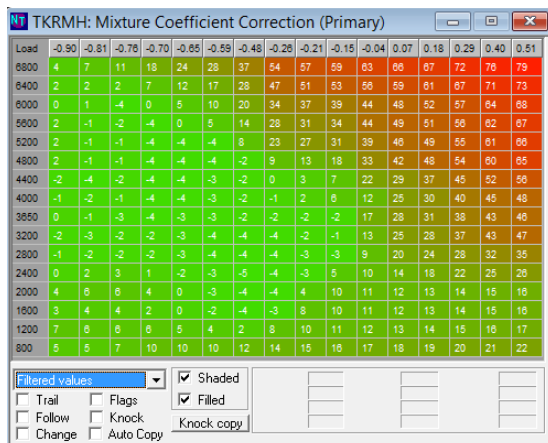
## 5. Fuel Map Tuning (Einstellen der Benzin-Luft-Gemisch Tabelle)

### Kühlwassertemperatur

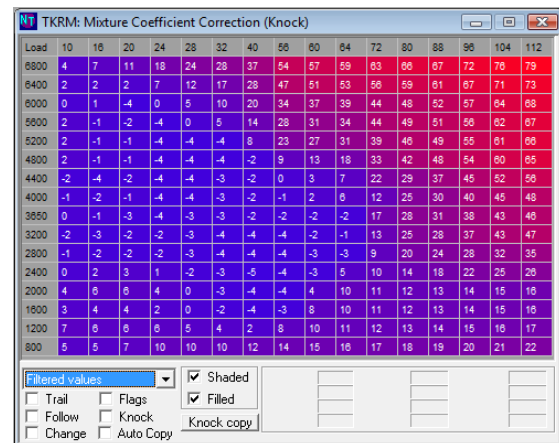
Bevor Du Änderungen der Fuel Map vornimmst musst Du wissen, dass die ECU das Benzin-Luft-Gemisch je nach Kühlwassertemperatur variiert. Aus diesem Grund musst Du, um konsistente Ergebnisse zu erhalten, für stabile Kühlwassertemperaturen sorgen. Auf einem Prüfstand bedeutet das, dass die Kühlwassertemperatur überwacht wird, der Motor vor einem Testlauf ordentlich warm gefahren wird und zwischen zwei Läufen sich wieder abkühlen kann. Benutze nicht die normale Wassertemperaturanzeige – die ist so gut wie nutzlos. Verwende die NISTune Anzeige (öffne das „Consult Display“). Die Werte dort kommen direkt von der ECU. Mein Ziel sind 85° C da dies die Temperaturen sind, die auch bei normalem Fahren auf der Straße erreicht werden. Autos die auf der Rennstrecke gefahren werden erreichen höhere Temperaturen, also prüfe dort das Benzin-Luft-Gemisch auch bei höheren Temperaturen.

### „Main“ vs. „Knock“ Maps

Die meisten ECUs haben zwei Fuel Maps. Eine „Main“ (Haupt) Map und eine „Knock“ (Klopf) Map. Manchmal werden diese auch als *Premium-Maps* (SuperPlus, Super) und *Regular-Maps* (Normalbenzin) bezeichnet – bezugnehmend darauf, ob der Motor mit Normal- oder Super(Plus)benzin betrieben wird. Die Idee dahinter ist, dass die ECU normalerweise auf der „Main“ Map läuft und auf die „Knock“ Map umschaltet, sobald eine klopfende Verbrennung erkannt wird. In NISTune werden diese Tabellen als „Fuel Map“ und „Knock Fuel Map“ bezeichnet. Die Zündzeitpunkt-Tabellen (IGN Maps) verwenden ein ähnliches System.



Main fuel map



Knock fuel map

Das meiste Tuning erfolgt in der „Main Map“ und die daraus resultierende Tabelle wird per „Knock Copy“-Button dann zur „Knock Map“ kopiert. Einige Tuner lassen beide Tabellen identisch aussehen, um einen konsistenten Lauf des Motors zu erhalten, aber die Idee dahinter ist, dass die „Knock Map“ ein wenig fetter als die „Main Map“ ist. Im Fall eines Motorklopfens schaltet die ECU dann auf die „Knock Map“ und dadurch wird das Benzin-Luft-Gemisch fetter, was dann das Klopfen vermindern helfen soll.

Wenn Du feststellst, dass Änderungen in den Main Maps scheinbar keinen Effekt haben, prüfe ob die ECU nicht auf die Knock Maps gesprungen ist. Das kann einfach gemacht werden, indem Du Dir die IGN Maps und parallel das „Consult Display“ anzeigen lässt. Achte darauf welche Werte die ECU in den Maps auswählt (vergiss nicht, dass die ECU den Durchschnitt über 4 Zellen errechnet) und prüfe, ob diese mit den im „Consult Display“ angezeigten IGN Timing Werten übereinstimmen.

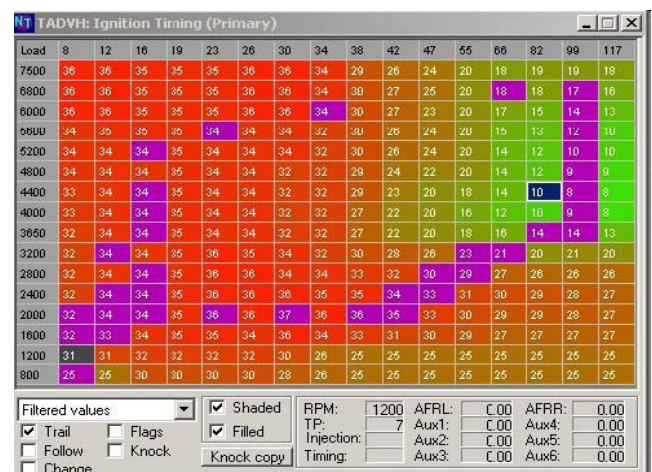
## Prüfen der Lastskalierung (load scales)

Das erste was Du herausfinden musst ist, welche Zellen in der Fuel Map unter welchen Bedingungen ausgewählt werden. Sobald der Motor mit Ladedruck (LD, boost) betrieben wird, werden die Zellen auf der rechten Seite der Map verwendet. Meist findet bei Volllast das Tuning nur in den letzten 4 Spalten statt. Nissan Turbos neigen (im Auslieferungszustand) zu einem sehr fetten Gemisch unter vollem LD, so ist in der Regel das Herausnehmen von hohen Werten aus dem Volllastbereich der Fuel Map die erste Aufgabe. Das Ergebnis sieht oft wie ein Berg mit abgehackter Spitze aus!

## Packen wir es an

Beginne immer mit geringem LD und arbeite Dich vor bis zu vollem LD. **Stelle sicher, dass Du auf Motorklopfen achtest, wenn der LD erhöht wird.** Verschwende in diesem Teil des Tunings nicht zu viel Zeit damit, ein perfektes Benzin-Luft-Gemisch zu erreichen. Nähere Dich vielmehr nur an (eher auf der sicheren Seite = fettes Gemisch) und steigere dann den LD bis zur gewünschten Höchstgrenze. Die Idee dahinter ist das Austesten, ob bei vollem LD auf die richtigen Bereiche der Map zugegriffen wird. Du möchtest bei vollem LD nicht den Zugriff in der Mitte der Map oder das die ECU in die letzte Spalte der Map rutscht wenn der LD gerade aufgebaut wird. Wenn die ECU bei vollem LD auf die letzten beiden Spalten zugreift sieht alles gut aus. Wenn nicht muss die Lastskalierung (load scales) angepasst werden (siehe den entsprechenden Abschnitt). Auch die K-Konstante wirkt sich auf die Skalierung aus.

Es lohnt sich, nach dem Anpassen der Lastskalierung zurück zu gehen und noch einmal das Benzin-Luft-Gemisch über die gesamte Breite des LD-Bereichs zu prüfen. Sobald das Gemisch unter Volllast richtig ist, kannst Du es auch unter Teillast prüfen. Wenn die K-Konstante korrekt ist, sollte in den Teillastbereichen nur wenig Arbeit nötig sein.



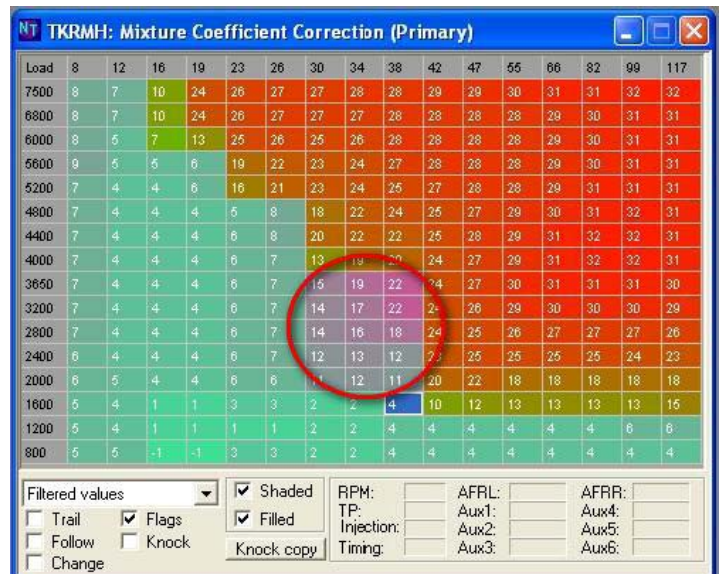
Dies ist eine IGN Map, aber das Prinzip ist das gleiche

Wenn Du auf einem Rollenprüfstand tust sei Dir bewusst, dass es eine Verzögerung in der Reaktionszeit der Breitbandlambdasonde geben kann. Also wenn Du Dir die Logdateien eines „Power runs“ (ein Testlauf bei vollem LD) anschaust, kann es möglicherweise bei der Messung einen kleinen Fehler zwischen der Drehzahl (RPM) und den Lambdawerten (AFR) geben. Wenn in dem Log also eine Spitze bei 4000 Upm bei dem Gemisch zu sehen ist, dann musst Du wahrscheinlich das Gemisch etwas unterhalb von 4000 Upm verändern, um das Problem zu korrigieren. Wenn man das nicht weiß kann das sehr frustrierend sein!

## Ladedruck Übergangsbereich (Boost transition area)

Du solltest im Teillastbereich ein stöchiometrisches Gemisch sehen, welches dann fetter wird, sobald der LD anfängt hochzugehen. Prüfe auch die Übergangszellen, wo es aus dem saugenden Betrieb in den LD-Betrieb übergeht (boost transition areas). Gewöhnlich sind diese Bereiche im Zentrum der Map bei ca. 2500 – 3500 Upm. Zu magere Einträge hier sind der Grund für einen trägen LD-Aufbau.

Sobald das Benzin-Luft-Gemisch über die gesamte Map zufriedenstellend ist vergiss nicht, die Lambdasteuerung (O2 Sensor) wieder zu aktivieren (wenn Du sie über die Map ausgeschaltet hast). Manchmal muss der Bereich, in dem die Lambdasonde aktiv ist, angepasst werden weil die ECU versucht, im Closed Loop zu bleiben, obwohl der LD-Aufbau schon begonnen hat. Sobald man schon einen leichten LD-Aufbau hat, sorgt ein stöchiometrisches Gemisch (also 14,7:1) für ein sehr träges Verhalten!



Lambdasteuerung aktiv im LD-Übergangsbereich = falsch

## 6. IGN Map Tuning (Einstellen der Zündzeitpunkts-Tabelle)

Eine Menge Sachen gelten sowohl für die Fuel Map als auch für die IGN Maps – unter anderem die Lastskalierung (Load Scales) und „Main vs. Knock“-Maps. Bitte lies Dir erst das durch bevor Du weiter machst.

Das Einstellen des richtigen Zündzeitpunkts (ZZP) in der IGN Map ist erheblich schwieriger als das Einstellen der Einspritzmenge in der Fuel Map. Hauptsächlich weil es hier kein einfach zu lesendes Feedback gibt. Außerdem hängt der ZZP erheblich vom eingestellten LD ab.

Genauso wie bei der Fuel Map kann eine Vielzahl der Einträge im Teillastbereich unangetastet bleiben. Tendenziell sind die letzten paar Spalten der IGN Map zu bearbeiten.

In den meisten Fällen bedeutet mehr Vorzündung auch mehr Leistung – bis Du die Klopfgrenze erreichst. Turbomotoren laufen bei geringer Last genauso wie Saugermotoren mit hoher Vorzündung. ZZP von 30 bis 40 Grad sind normal. Aber sobald der LD ansteigt wird die Zündung ziemlich schnell zurück genommen. Viele Motoren tendieren bei dem höchsten Drehmoment am leichtesten zum Klopfen. Dort ist die volumetrische Effizienz (VE) des Motors am höchsten und die Zylinderfüllung maximal. Um welchen Wert die Zündung zurück genommen werden muss, hängt größtenteils von der Höhe des LD ab. Mehr LD = weniger Vorzündung. Eine Zurücknahme des ZZP auf 10 Grad ist bei SR20-Motoren nicht ungewöhnlich.

Sobald der Motor sein höchstes Drehmoment hinter sich gelassen hat kann der ZZP langsam wieder angehoben werden. Normalerweise so auf die 20 Grad beim Erreichen des roten Drehzahlbereichs.

Nun sind diese Ideen alle schön und gut, aber unter dem Strich musst Du in der Lage sein, die Klopfgrenze zu ermitteln – und dann davon weg bleiben. Versuche nicht an den Rand der Klopfgrenze zu tunen und es dabei zu belassen. Du musst einen Sicherheitsfaktor einplanen, so dass das Auto an einem sehr heißen Tag nicht plötzlich zu klopfen beginnt.

Klopfen ist der Nummer 1 Killer von Turbomotoren. Dies sind Dinge, die Klopfen verursachen können:

1. Zu viel Vorzündung für die im Motor vorherrschenden Bedingungen.
2. Hohe Einlasstemperaturen der Ladeluft – normalerweise ein Ergebnis von einem hochgedrehten Ladedruck eines ansonsten unveränderten Motors.
3. Zu viel Ladedruck.
4. Ein zu mageres Benzin-Luft-Gemisch.
5. Benzin mit zu wenig Oktan.

Probleme entstehen normalerweise aus einer Kombination der oben genannten Sachverhalte – wie z.B. ein erhöhter Ladedruck in Verbindung mit schlechtem Kraftstoff. Oder zu viel Vorzündung an einem sehr heißen Tag. Ich denke Du kannst Dir jetzt ein Bild davon machen.

Es gibt viele Wege, die Klopfgrenze zu ermitteln. Einige sind besser als andere. Bei geringen Drehzahlen kann man oft Klopfen ziemlich leicht hören. Bei höheren Drehzahlen wird das sehr schwierig, da es problematisch ist, zwischen Klopfen und normalen mechanischen Geräuschen zu unterscheiden:

1. **Die Höchst-Drehmoment-Methode.** Funktioniert gut wenn Du einen Prüfstand benutzt. Starte mit einem milden Timing. Notiere Dir das Drehmomentlevel. Erhöhe den ZZP Stück für Stück bis der Drehmoment nicht mehr höher geht. Nimm die Zündung dann als Sicherheitsfaktor ein wenig zurück.
2. **Hörbares Klopfen.** Diese Methode ist sehr von den persönlichen Fähigkeiten und der Erfahrung des Tuners abhängig. Einige Leute sind sehr gut darin, Klopfgeräusche nur mit den eigenen Ohren zu hören. Das kann durch Verstärkerlösungen ergänzt werden – irgend ein Stück Schlauch zwischen dem Motor und den Ohren oder auch ein Audioverstärker mit Kopfhörern können benutzt werden (Chassis Ears). Eine Methode die ich ausprobiert habe (die sehr gut funktionierte), ist den Kopf in den

Motorraum zu halten und dann den Motor unter Vollast laufen lassen (natürlich nur auf einem Prüfstand!). Stecke Dir ein Paar gute Ohrstöpsel rein, die Dir helfen, das Motorengeräusch weg zu bekommen. Ich habe heraus gefunden, dass ich auf diese Weise Motorklopfen kristallklar hören kann. Das ist natürlich nichts für zart besaitete!

3. **Elektronische Erkennung.** Dafür gibt es verschiedene Geräte zu kaufen. Sie leiden alle unter den gleichen Problemen wie das menschliche Ohr – in der Lage sein, den Motorlärm von Klopfen zu unterscheiden. Die besseren Geräte haben einen einstellbaren Schwellwert, welcher über das Drehzahlenband variabel eingestellt werden kann. Das ist auch nötig, da die Schwelle über das gesamte Drehzahlenband stark schwankt. Du kannst bei 5000 Upm einen Schwellwert setzen der super funktioniert aber es kann sein, dass Du damit kein Klopfen bei 3500 Upm erkennst.
4. **Ionisierter Strom.** Das ist die beste Sache die es gibt. Der Strom, der zu den Zündkerzen geht, wird überwacht – wenn Klopfen auftritt findet eine starke Änderung des Stroms statt. Aber diese Lösung muss mit in das Zündungssystem eingebaut sein. Einige Hersteller haben damit jetzt angefangen. Nett, aber derzeit keine Option für Tuner.

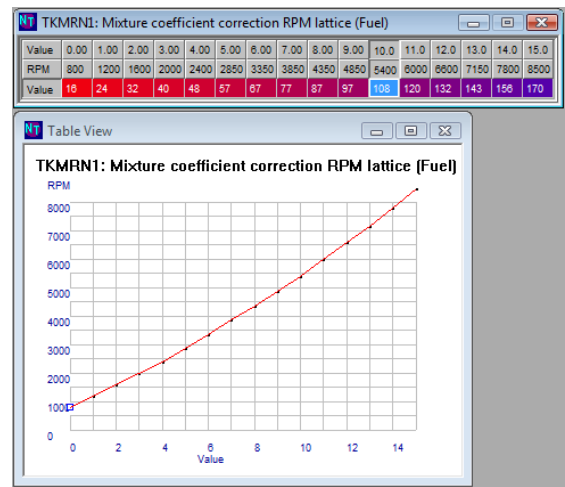
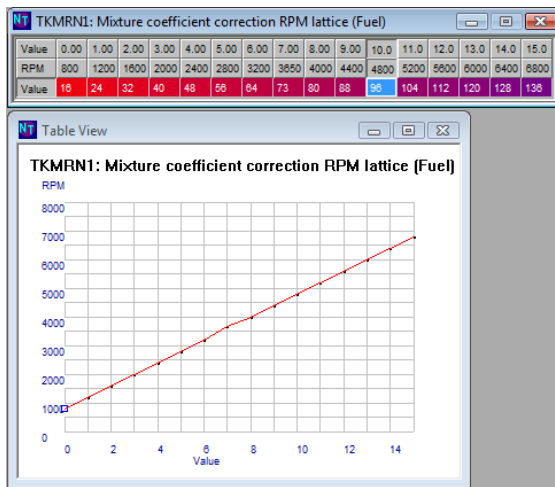
Egal welchen Weg Du wählst gehört eine gute Portion Praxiserfahrung dazu, bis Du ganz sicher im Erkennen von Motorklopfen bist. Das andere Problem ist, dass Du ganz sicher Deinen Motor nicht für längere Zeit in der Nähe der Klopfgrenze betrieben willst. In diesen Bereichen muss man sehr vorsichtig vorgehen.

Sobald Du die Klopfgrenze gefunden hast, nimmst Du normalerweise als Sicherheitsfaktor den ZZP ein paar Grad zurück. Wenn es ein auf der Rennstrecke betriebenes Auto ist, nimmst Du die Zündung noch mehr zurück. Anschließend bringe ein wenig Last auf den Motor, um die gesamten Temperaturen ein wenig zu erhöhen und beobachte ob es klopft.

Wenn all das erledigt ist bringe das Auto auf die Straße (davon ausgehend, dass Du das Tuning auf einem Prüfstand gemacht hast) für einen weiteren Test auf Motorklopfen. Das Motorverhalten ist auf der Straße ein wenig anders als auf dem Prüfstand, so dass es auf der Straße manchmal Klopfen geben kann, wo auf dem Prüfstand alles okay war. Meistens wird das durch Ladedruckspitzen (Boost spikes) hervorgerufen, die es auf dem Prüfstand nicht gibt, da dieser eine fixe Last-Anstiegsrate (ramp rate) bietet. Auf der Straße variiert die „ramp rate“ und Du kannst dort Ladedruckspitzen bekommen, die es nicht auf dem Prüfstand gibt.

## 7. Drehzahl/Last-Skalierungs Anpassungen (RPM/Load Scale Adjustments)

### Drehzahlskalierungen (RPM scales)

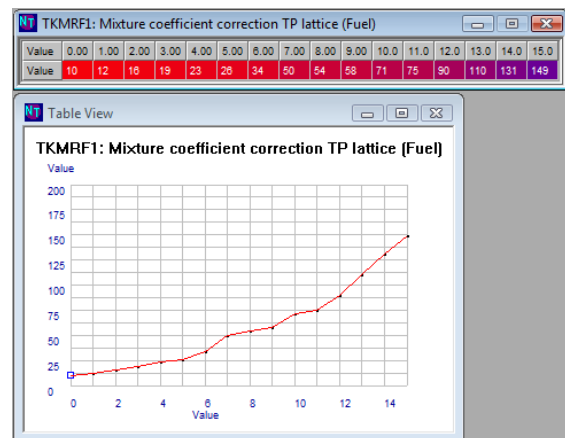
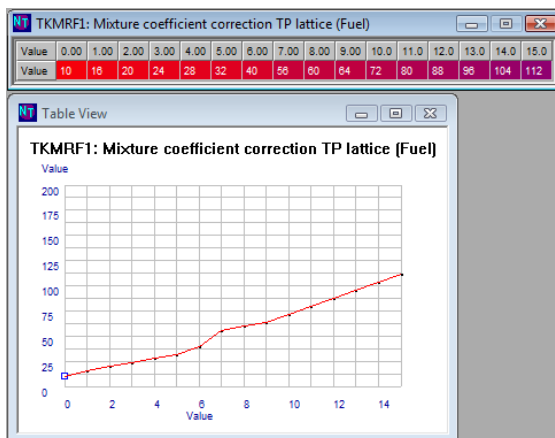


Hier gibt es keine Überraschungen. Einfach die „Fuel RPM Scale“-Einstellungen auswählen und dort die nötigen Anpassungen vornehmen (u.a. können dort die „Körnigkeit“ bzw. Dichte der Einträge bzgl. der Drehzahlpunkte angepasst oder auch das Drehzahlenband erweitert werden).

Bearbeite die Einträge, indem Du einen Wert auswählst und mit den +/- Tasten anpasst. Um einen anderen Eintrag zu wählen benutze die Links/Rechts-Tasten. Die Skalierung wird normalerweise linear gehalten oder zumindest ziemlich nahe dran. Die Anpassungen werden in Schreitweiten von je 50 Upm vorgenommen.

### Lastskalierungen (LOAD scales)

Die Lastskalierung wird auf die gleiche Weise angepasst wie die Drehzahlskalierung, aber es kann ein wenig mehr Arbeit machen, bis alles läuft wie es soll. Diese Skalierung wird gemeinhin in der Nissan Tuning Szene „TP scales“ genannt. Zum bearbeiten musst Du „Fuel load scale“ auswählen.



Die Werte in den Tabellen sind willkürliche Werte, die nicht direkt das Vakuum bzw. den Ladedruck wieder spiegeln. Die minimale Last ist auf der linken Seite und die maximale Last auf der rechten. Der Hauptgrund zum Anpassen dieser Skala ist das Erhöhen des Ladedrucks und/oder das Austauschen des LMM bzw. der Einspritzdüsen. Das kann darin Enden, dass bei maximaler Last die Skala nicht mehr ausreicht (läuft rechts raus) oder wieder zurück zur Mitte wandert. Im Idealfall wird bei maximaler Last auf die Spalten ganz rechts der Fuel bzw. IGN Maps zugegriffen. Beachte während eines Volllasttests die Ausgabe von „TP“ unten bei den

Fuel/IGN Maps und notiere Dir, welcher Maximalwert erreicht wird. Das ist ungefähr das, was Du in der letzten Spalte haben willst.

Die Skalen müssen nicht linear sein. Wie in dem obigen Beispiel kann das meiste der Skala unverändert bleiben (den Teillastbereich unberührt lassen), aber Werte im Hochlastbereich wurden erhöht, um ein „rauslaufen“ aus der Tabelle zu verhindern.

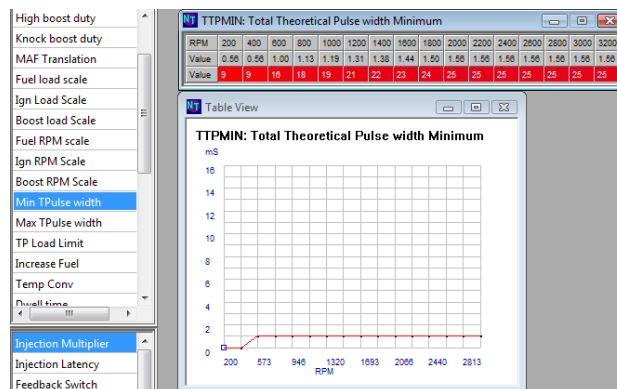
Bitte beachte, dass nötige Modifikationen der K-Konstante (Injection Multiplier, normalerweise bei Austausch der Einspritzdüsen und/oder des LMM nötig) **vor** Änderungen an diesen Skalen stattfinden müssen. Die K-Konstante beeinflusst, wie auf die Skalen zugegriffen wird. Ein Verringern der K-Konstante hat zur Folge, dass auf die Spalten näher zur rechten Seite in den Fuel und IGN Maps zugegriffen wird (und umgekehrt).

## 8. Geschwindigkeits- und Drehzahllimits (RPM/Speed limits)

Die Grundlagen dieser Werte sind selbsterklärend. Um die Limits einzuhalten werden aber verschiedene Strategien von unterschiedlichen ECUs benutzt. Einige haben nur ein Geschwindigkeits- und ein Drehzahllimit. Andere können bis zu drei haben. Oftmals ist das eine der Wert dort, wo der Motor das Limit gesetzt bekommt (cut out) und das andere der Wert, bei dem Motor wieder anfängt zu zünden (bzw. einzuspritzen; cut in). Bist Du Dir unsicher, setze alle Limits auf die gleichen Werte oder addiere das gleiche zu jedem Limit hinzu. Das ist einfach zu überprüfen.

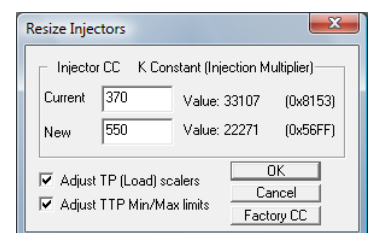
## 9. TTPmax & TTPmin

TTPmin = „Total Theoretical Pulsewidth Limit“ (Totales theoretisches Impulsdauer-Limit). Dieser Wert setzt die absolute minimale Einspritzdauer. Die Tabelle begrenzt die minimale Einspritzzeit nach unten, wenn z.B. durch ungewöhnlich niedrige LMM-Werte der Motor normalerweise absterben würde. Üblicherweise werden diese Werte nur angepasst wenn neue Einspritzdüsen verbaut werden. Multipliziere alle Werte mit dem Verhältnis der Größe der alten Einspritzdüsen gegenüber der neuen Größe der neuen Einspritzdüsen.



Ähnlich verhält es sich mit TTPmax. Es limitiert die maximale Impulsdauer der Einspritzdüsen unter allen Umständen und die Werte werden in der gleichen Weise angepasst wie TTPmin.

Beispiel: Wenn die Einspritzdüsen von 370 ccm auf 550 ccm gewechselt werden, dann multipliziere alle Werte von TTPmin/max mit  $370/550=0,67$ . Du kannst das manuell machen, indem Du die Werte in den Tabellen änderst oder NISTune macht das für Dich wenn Du die „Resize Injectors“ Funktion nutzt.

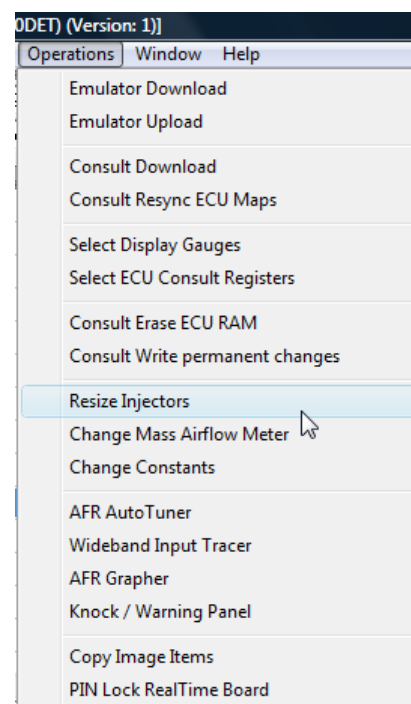


## 10. Ändern der Größe der Einspritzdüsen

Das ist eine der einfacheren Aktionen. Wähle „Resize Injectors“ vom „Operations“-Menü in NISTune aus. Gib die alte Einspritzdüsengröße und die neue ein und klicke auf „OK“. NISTune wendet dann einfach das Verhältnis von alt und neu bei der K-Konstante an (siehe Kapitel 4).

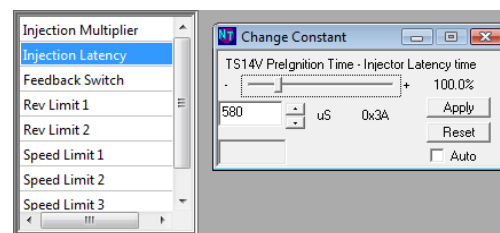
Die Nissan ECU zeichnet die Einspritzdüsengröße in keiner Form auf. So hat NISTune keine Möglichkeit zu wissen, welche Einspritzdüsen verbaut sind außer dem Wert der Standardgröße, der aus der Adress-Datei gelesen wird. So musst Du immer die alte UND die neue Größe der Einspritzdüsen eingeben, wenn Du nicht von den originalen Einspritzdüsen aus startest.

Du siehst zwei Kontrollkästchen im Einspritzdüsen-Größenänderungs-Dialogfeld. Du wirst heraus finden, dass oft auch die Lastskalierungen (Load Scales) und TTPmax/min bei Änderung der Einspritzdüsen angepasst werden müssen. NISTune gibt Dir die Option dies bei Bedarf für Dich automatisch zu machen. Wenn beide Felder aktiv sind (Häkchen drin), wird das Verhältnis der alten gegenüber den neuen Einspritzdüsen auch auf die Lastskalierungen und auf TTPmax/min angewendet (sieh bei den entsprechenden Abschnitten nach).



## 11. Einspritzdüsen Latenzzeit (Injector Latency)

Dies ist die Zeit, die die Einspritzdüsen zum Öffnen oder Schließen benötigen. Lass diesen Wert wie er ist wenn Du Standard Einspritzdüsen fährst. Sogar mit größeren Einspritzdüsen braucht dieser Wert oft nicht verändert zu werden, vorausgesetzt sie sind vom gleichen Hersteller. Beispiel: alle SR20-Motoren benutzen JECS Einspritzdüsen. Viele Einspritzdüsen aus dem Zubehörhandel werden auch von JECS hergestellt – Nismo, HKS, Apexi und Tomei. Die kommen alle aus der gleichen Fabrik. Wenn Du zu große Einspritzdüsen oder einer anderen Marke wechselst kann es sein, dass dieser Latenzwert angepasst werden muss.



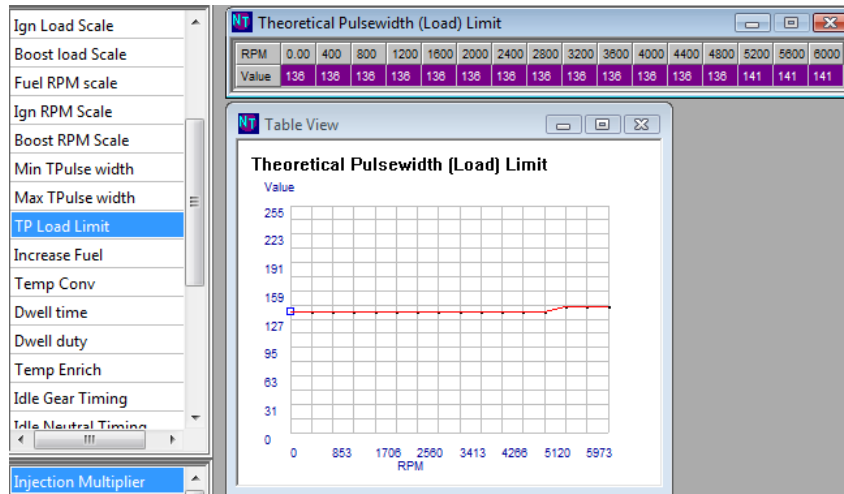
Weil dieser Latenzwert eine relativ sehr kleine Zeit repräsentiert, hat er den größten Effekt bei kleinen Einspritzzeiten. So wird das Gemisch bei Vollast so gut wie nicht beeinflusst, sehr wohl aber bei Teillast und im Leerlauf. Wenn das Gemisch im Leerlauf und unter Teillast nicht korrekt ist, obwohl die K-Konstante und das Gemisch unter Vollast richtig sind, kann eine Anpassung der Latenzzeit der Einspritzdüsen möglicherweise helfen. Aber mach das nicht ohne guten Grund. Eine Anpassung der Latenzzeit der Einspritzdüsen kann große Kopfschmerzen bereiten, falls sie nicht wirklich benötigt wurde.

Wenn Du ein Häkchen bei „Auto“ machst werden Änderungen sofort an die ECU weiter gegeben. Andernfalls musst Du jedesmal auf „Apply“ klicken, damit der aktuell eingestellte Wert zur ECU übertragen wird.



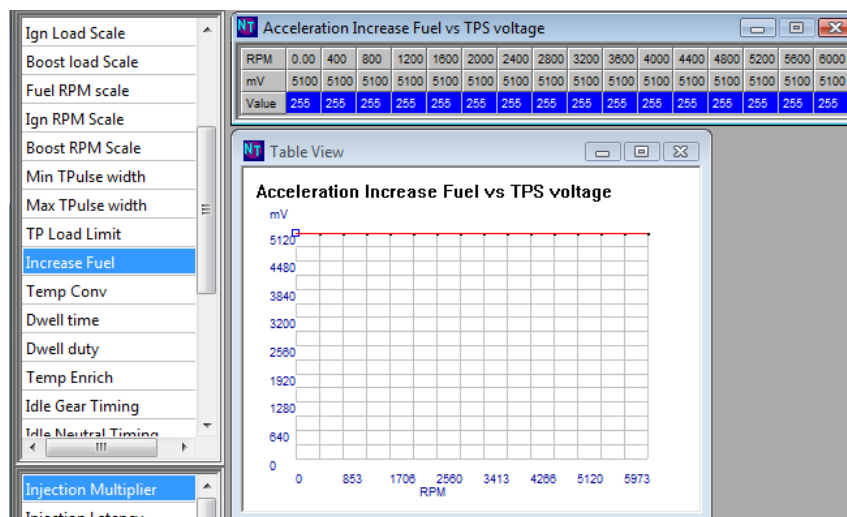
## 12. TP Last Limit (TP load limit)

Allgemeinhin als „Boost cut“ oder auch „Fuel cut“ bezeichnet (Sicherheitsfunktion der ECU, die zum Schutz des Motors beim Überschreiten dieses LMM-Limits die Einspritzung ausschaltet). Hier gibt es zwei unterschiedliche Ansichten – einige Tuner setzen einfach alle Werte auf 255 und eliminieren damit effektiv jeglichen „Boost cut“. Andere gehen da etwas subtiler vor und erhöhen einfach die Werte, so dass ein „Boost cut“ weiterhin existiert. Dies gibt Dir zumindest einen kleinen Schutz wenn die Ladedruckregelung mal ausfallen sollte.



## 13. Beschleunigungs-Anreicherung (Acceleration Enrichment)

Diese Tabelle repräsentiert die alte Beschleunigerpumpe wie bei „Holley und Weber“ Flachschiebervergassern. Die Tabelle kontrolliert, wie viel Benzin bei schnellen Drosselklappenbewegungen eingespritzt wird. Normalerweise wird hier nichts verändert, es ist aber ein guter Ort zur Suche nach weiteren Einsparmöglichkeiten beim Benzinverbrauch. Treibe es aber nicht zu weit mit den Einstellungen, sonst machst Du Dir ein großes Leistungsloch.



## 14. Ändern des Luftmassenmessers (Changing Airflow Meter)

Das Grundlegende hier zu verstehende Konzept ist, dass es in der ECU eine Tabelle gibt („VQ-Map“), welche die Volt-Werte des Luftmassenmessers (LMM) in Zahlen wandelt, mit denen die ECU rechnen kann. Verschiedenartige LMM haben unterschiedliche Kurvenverläufe, so dass auch die VQ-Map geändert werden muss wenn der LMM getauscht wird.

Leider muss in der realen Welt noch ein bisschen mehr als das gemacht werden. Da verschiedene LMM in der Lage sind, völlig unterschiedliche Mengen an Luft zu messen, muss auch die K-Konstante angepasst werden. NISTune führt eine grundlegende Berechnung durch, um die K-Konstante in die richtige Größenordnung zu bekommen. Darüber hinaus muss einige Arbeit investiert werden, um die genaue K-Konstante herauszufinden (siehe Kapitel 4).

Tipp: Einige LMM können sehr empfindlich in Bezug auf den physischen Einbauort sein. Z32 LMM können es nicht ab, wenn sie zu dicht am Turboeingang verbaut sind oder die Verbinder keinen weichen Ein- und Auslass des Luftstroms gewährleisten. Sieh zu, dass die Verbinder weiche Übergänge ermöglichen und es keine plötzlichen Veränderungen im Durchmesser gibt, wobei der LMM selbst so weit wie möglich vom Turbo verbaut werden sollte. Versuche einen Luftfilter mit konischer Öffnung zum LMM hin zu verwenden. Die Probleme zeigen sich in einem extrem fetten Gemisch und einem schlechten Verhalten im Leerlauf und bei Teillast.

NISTune gibt auch die Möglichkeit, die Lastskalierungen (Load Scales) und TTPmin/max automatisch anzupassen. Ich tendiere dahin, TTPmax und TTPmin anpassen zu lassen, führe aber alle Änderungen bei der Lastskalierung selbst durch.

## 15. Tuning Beispiel

Fahrzeug: S13 mit SR20DET  
Modifikationen: größerer Turbo, 3 Zoll Abgasanlage, FMIC, 550 ccm Einspritzdüsen, Z32 LMM

### Vorarbeiten

1. Vor jeglichen Änderungen muss eine grundlegende Überprüfung des Fahrzeugs stattfinden. Die meisten Checks werden via Diagnoseport mit NissanDataScan durchgeführt:
  - Prüfen ob die Lambdasonde arbeitet (O2 Sensor, immer ein gutes Zeichen)
  - Prüfen ob der Leerlauf richtig ist (ein weiteres gutes Zeichen)
  - Prüfen ob „AF Base“ nahe bei 100 ist (Air-Fuel-Base, Gemisch-Steuerwert für die ECU in Verbindung mit dem Lambdasondensignal. Große Schwankungen weg von 100 bedeuten in der Regel Ärger)
  - Öl- und Kühlwasserstand überprüfen
  - Überprüfen der Ladeluftverrohung und ob alle Schlauchschellen fest sitzen.
  - Reifendruck prüfen
  - Überprüfen des Zündzeitpunkts (ZZP) mit einer Blitzpistole und Einstellen auf genau 15° vor OT
2. Die Benzinpumpe wurde kürzlich erst ersetzt, so dass hier keine Probleme zu erwarten sind.
3. Das NIStune-Board wurde in die ECU verbaut.
4. Es wurden geeignete Maps erstellt, indem die VQ-Map passend zum Z32-LMM und die K-Konstante passend zur Z32/550er Düsen-Kombination verändert wurden. Als Vorbereitung für einen höheren Ladedruck wurden die Zündzeitpunkte in der IGN Map leicht im Volllastbereich verkleinert (weniger Vorzündung).
5. Die neuen Basis-Maps wurden zur ECU hochgeladen und gespeichert.
6. Die neuen Einspritzdüsen und der LMM sind verbaut. Das Auto könnte jetzt gefahren werden, obwohl dem Eigentümer gesagt werden müsste es langsam anzugehen, bis das Tuning vollständig ist.

Es ist wichtig das Auto nicht zu fahren, falls alle Einstellungen zu weit von den optimalen Werten entfernt sind. Ein extrem fettes Gemisch wird schnell die Zündkerzen zukohlen, bis die Motor nicht mehr läuft und die Zündkerzen gewechselt werden müssen, bevor man weiter machen kann.

7. Der Eigentümer wurde interviewt und zu folgenden Themen befragt:
  - Insgesamte Erwartungen
  - Allgemeine Fahrbedingungen und –stil (z.B. Rennstrecke oder pures Strassenauto?)
  - Welches Benzin wird normalerweise genutzt (Super, SuperPlus, 100 Oktan Benzin?)
  - Wie hoch soll der maximale Ladedruck sein?

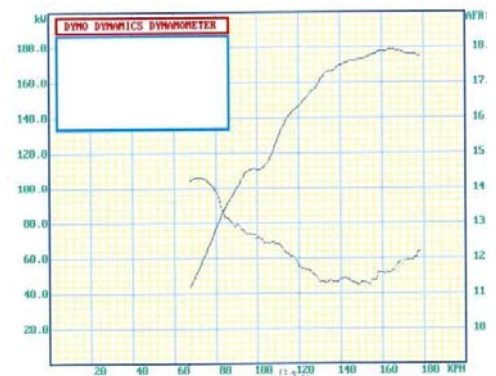
## Prüfstandlauf – grobe Abstimmung

- Um herauszufinden, ob die K-Konstante angepasst werden musste, wurde das Auto nach dem Aufbau auf dem Prüfstand auf Betriebstemperatur gebracht und das Benzin-Luft-Gemisch wurde unter Teillast geprüft. Der untere Last/Drehzahl-Bereich wurde temporär komplett auf „0“ gesetzt und damit die Lambdasteuerung ausgeschaltet. Eine kleine Änderung der K-Konstante war nötig, um die 14,7:1 zu erreichen. Der Motor lief dabei in dem Bereich um 3000 Upm mit minimaler Last.

5600	4	3	3	4	17	20	23	24	27	28	28	28
5200	2	2	2	4	14	19	23	24	25	27	28	28
4800	0	0	0	0	0	0	20	22	24	25	27	29
4400	0	0	0	0	0	0	17	20	22	25	28	29
4000	0	0	0	0	0	0	15	19	23	24	27	29
3650	0	0	0	0	0	0	15	19	22	24	27	30
3200	0	0	0	0	0	0	14	19	22	24	26	29
2800	0	0	0	0	0	0	14	18	20	24	25	26
2400	0	0	0	0	0	0	12	15	19	23	25	25
2000	0	0	0	0	0	0	11	12	13	20	22	18
1600	0	0	0	0	0	0	3	3	5	10	12	13
1200	0	0	0	0	0	0	2	2	4	4	4	4
800	0	0	0	0	0	0	2	2	4	4	4	4

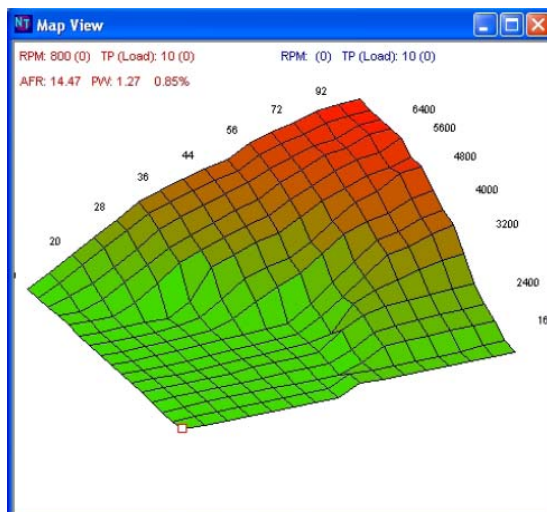
\* Dieser Schritt ist unnötig, wenn die Einspritzdüsen oder der LMM nicht geändert werden \*

- Die „genullten“ Zellen wurden wieder auf die ursprünglichen Werte gesetzt und der erste Vollastlauf wurde mit minimalem Ladedruck durchgeführt (8 PSI bzw. ca. 0,55 bar). Wenn alles gut läuft ist das Ergebnis normalerweise ein extrem fettes Gemisch – welches zwar sicher aber nicht für maximale Power geeignet ist. Ein AFR von 10:1 ist für Nissan Turbomotoren nicht ungewöhnlich.

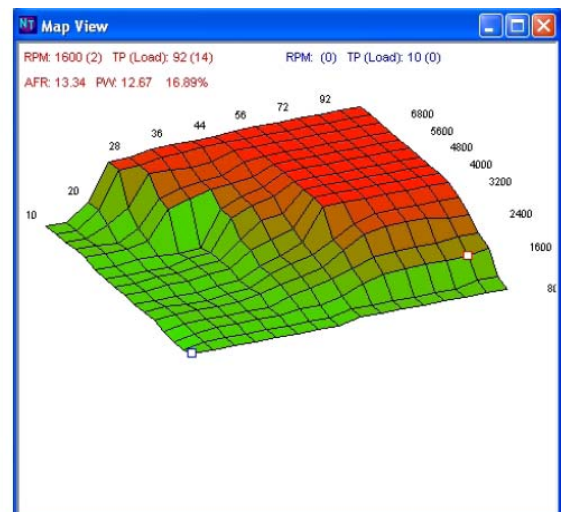


\* Dieser Schritt ist unnötig, wenn die Einspritzdüsen oder der LMM nicht geändert werden \*

- Die Werte der Fuel Map wurden solange herab gesetzt, bis sie ungefähr richtig waren (als Ziel wurde rund 12:1 angepeilt).



Standard Fuel Map



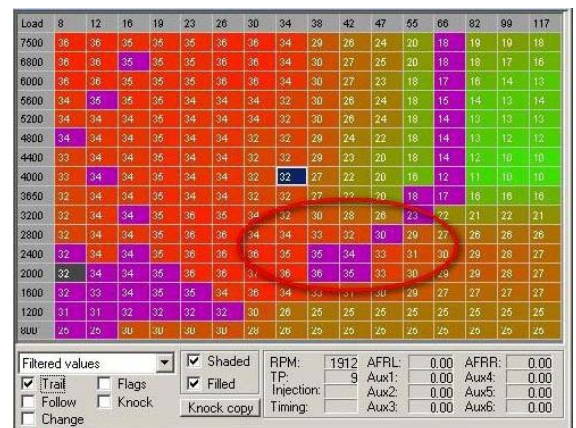
Grob getunte Fuel Map

- Ohne lange mit den Fuel Maps herum zu trödeln, wurde der Ladedruck ein wenig auf 12 PSI (ca. 0,83 bar) angehoben. Motorklopfen wurde sowohl mit Hilfe der Ohren, als auch elektronischen Methoden (Knocklite) überwacht. Nicht das man bei diesem Ladedruck Klopfen erwarten würden, aber man kann nie wissen...
- Der Ladedruck wurde auf 15 PSI (ca. 1 bar) angehoben und ein Testlauf durchgeführt, wobei Motorklopfen sorgfältig überwacht wurde. Auch das Gemisch wurde überwacht und angepasst. Das ist das, was ich „grob abgestimmt“ nenne.

### Feinabstimmung (Fine Tuning)

- Der ZKP wurde in 2 Grad Schritten erhöht, während der LD auf 1 bar war. Mit jedem Testlauf wurde sorgfältig auf Motorklopfen geprüft und der ZKP solange erhöht (mehr Vorzündung), bis die Klopfgrenze erreicht wurde. Sobald dieser Punkt gefunden wurde, wurde der ZKP ein wenig als „Sicherheitsfaktor“ zurück genommen.
- Dann wurde der Ladedruck in Schritten herunter gedreht. Der ZKP und das Gemisch wurden bei jedem Ladedruck-Niveau geprüft. Bei den kleineren Ladedrücken wurde ein leicht magereres Gemisch eingestellt.

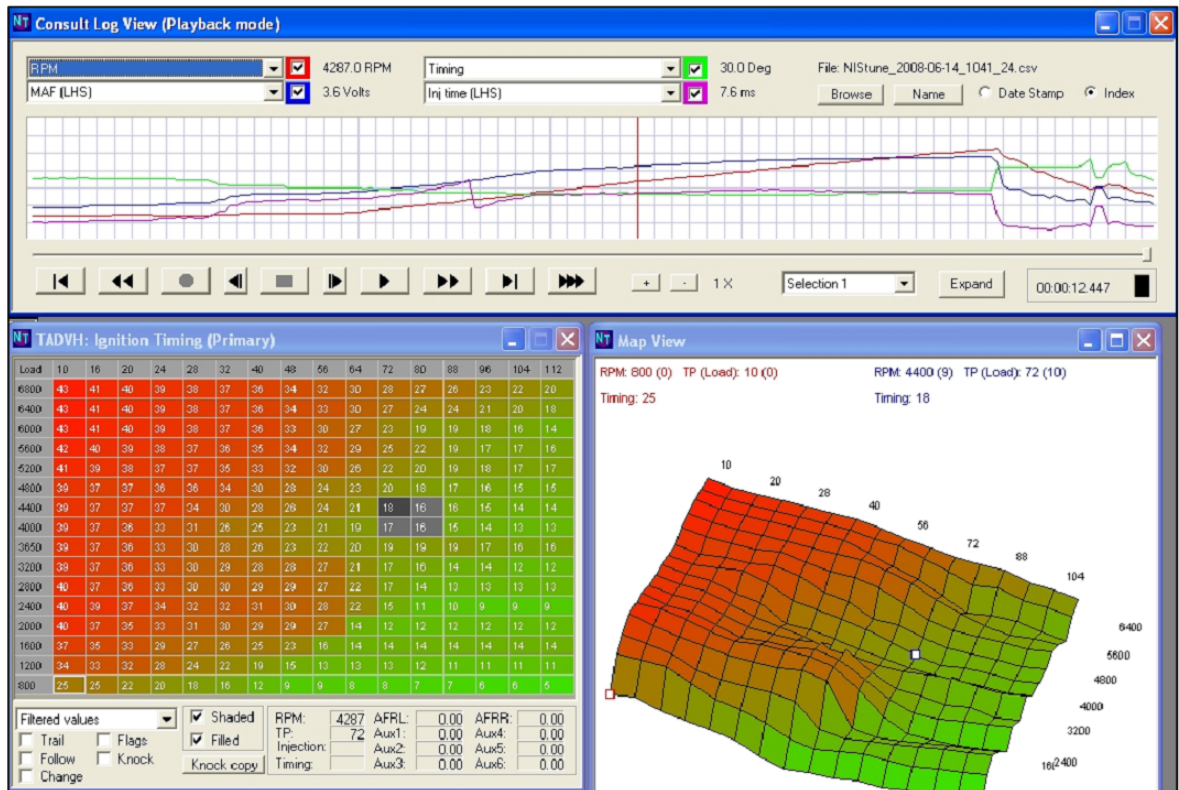
- Das Gemisch und die Zündzeitpunkte wurden in den Ladedruck-Übergangsbereichen angepasst, um einen optimalen Ladedruckaufbau zu gewährleisten.



Ladedruck Übergangsbereich  
(Boost transition area)

- Dann wurde das Kühlwasser auf über 85° C gebracht und in einem Testlauf geprüft, ob es irgendwelche Anzeichen für Motorklopfen gab.

- Ein finaler Testlauf („logging run“) wurde erstellt, bei dem alle Sensordaten aufgezeichnet wurden. Das kann eine wirklich hilfreiche Referenz sein. Vor allem weil NISTune das Log wiedergeben kann, inklusive einem Map Trace. So kannst Du später den gesamten Lauf effektiv wiedergeben und prüfen, welche Zellen wann in den Maps benutzt wurden.



Wiedergabe des Logs inkl. Map Trace

- Ein Testlauf auf der Straße wurde gemacht, um sicher zu gehen, dass es keinerlei Anzeichen für Motorklopfen unter realen Bedingungen gab. Der ZKP wurde ein wenig zurück genommen, um festgestelltes Motorklopfen wegen einer Ladedruckspitze bei 3500 Upm zu beseitigen.

## Revision History

<b>DATE</b>	<b>VERSION</b>	<b>DESCRIPTION</b>	<b>AUTHOR</b>
23Nov07	Draft	Document Creation	PL
22Jun08	Draft+	Added tuning examples and images	PL
25Nov08	Draft+	German Translation	MichaS14a