

## Ändern der Einspritzdüsen

Mit der MSPNP können Sie eine Vielzahl von Einspritzdüsen fahren (siehe weiter hinten „Auslegung von Einspritzdüsen“ und „Auflistung von hochohmigen Einspritzdüsen“). MX-5 Fahrer berichten, dass die besten Ergebnisse mit hochohmigen Einspritzdüsen (zwischen 12 und 16 Ohm) erzielt werden. DAYAutoTune empfiehlt – bis weitere Tests durchgeführt sind - auch den Einsatz von hochohmigen Düsen um sicherzustellen, dass keine Einschränkungen bzw. Falschkonfigurationen im Benutzersetzup erfolgen können. Hochohmige Einspritzdüsen sind für den MX-5 bis zu einer Durchflussmenge von 550cc/min erhältlich, was für die meisten Einsätze ausreichend sein sollte.

Wenn Sie größere Einspritzdüsen einsetzen, kann die MegaSquirt fast alle Einstellungen mit nur einer Variablen, der REQ\_FUEL, die die Basis Pulsweite setzt, einstellen bzw. neu berechnen. Mit dem Programm MegaTune oder TunerStudio kann man diese Werte automatisch berechnen. Hierzu klicken Sie im Menü „Engine Constants“ auf den Button „Required Fuel“. In der geöffneten Box müssen Sie dann folgende Werte eingeben:

- den Hubraum in ccm (NA 85kW: 1597ccm)
- die Anzahl der Zylinder (NA 85kW: 4)
- die Durchflussmenge der Einspritzdüse in cc/min (NA 85kW mit Seriidüsen: 230cc/min)
- den AFR Wert (12,7 - 13,7)

Mit dieser Berechnung reduzieren Sie die Anzahl der manuellen Einstellwerte auf ein Minimum, wenn Sie die Einspritzdüsen signifikant gegenüber dem, was für die REQ\_FUEL Berechnung in der Basis MAP mit den werkseitigen Düsen berechnet wurde, ändern. Wir wissen, dass das MegaManual zu einem AFR Wert von 14,7 rät, bitte beachte Sie, dass es im Grunde keine Rolle spielt und es auch einen Grund gibt, warum wir hier einen anderen AFR Wert benutzt haben. Wenn Sie die Abstimmung für unterschiedliche Einspritzdüsen mit minimalen Einstellungen vornehmen wollen, dann benutzen Sie den AFR Wert den wir Ihnen empfehlen. Wenn Sie ohnehin eine komplette Neuabstimmung vornehmen möchten, dann können Sie auch einen AFR Wert von 14,7 benutzen. Dies wird keine Auswirkung auf Ihre Einstellmöglichkeiten bei Ihrem Fahrzeug haben.

Es gibt einige wenige Einstellungen die sich nicht ändern wenn der Wert von REQ\_FUEL geändert wurde. Dies sind die beiden statischen Werte der Pulsbreiten Einstellung beim Motorstart (**Cranking PW**) und der Beschleunigungs-Anreicherung (**Accel Enrichment PW**), welche von Hand eingestellt werden müssen.

Wenn Sie die Durchflussmenge der Einspritzdüsen verdoppeln, benötigen Sie in etwa nur die halbe Pulsbreite beim Starten. Allgemein gilt, dass es einfacher ist mit geringeren Pulsbreiten als vermutet/angenommen bei der Feinabstimmung zu beginnen und diese in Schritten von 0,1 bis 0,2 Millisekunden (0,5ms funktioniert auch einwandfrei) zu erhöhen bis der Motor startet. Somit wird vermieden, dass der Motor „absäuft“.

Bei den beiden Werten, Cranking PW und Accel Enrichment PW, können Sie mit Hilfe der Mathematik einen Großteil der Einstellungen vornehmen. Erst im Anschluss daran erfolgt die Feinabstimmung von Hand.

Nach dem Wechseln der Einspritzdüsen und der erfolgten Korrektur der Cranking PW und der Accel Enrichment PW sollten Sie sicher gehen, dass Ihr AFR Werte noch dort sind wo sie auch sein sollten. In der Regel benötigt die VE Tabelle ein wenig Feintuning auf Grund von Unterschieden beim Verhalten der Einspritzdüsen, und weiterhin muss auch eine mathematische Überprüfung der gerade vorgenommenen Änderungen in der VE Tabelle durchgeführt werden. Achten Sie darauf, dass das Luft-Kraftstoff-Verhältnis nicht zu mager ist, bevor Sie den Motor unter Volllast betreiben.

### Düsentausch:

Der 1,6er MX-5 NA mit 85kW besitzt standardmäßig Einspritzdüsen der Firma Denso mit der Typenbezeichnung 195500-1970. Diese sollen gegen Einspritzdüsen der Firma Denso mit der Typenbezeichnung 195500-2130 vom Mazda 323 GTX Turbo getauscht werden, da diese zu 100% baugleich sind.

MX-5 NA 1,6l und 85kW



323 GTX Turbo



### Achtung:

Die Angabe der Durchflussmenge bei den Standard Düsen variiert zwischen 212cc/min und 230cc/min. Bei der Neuberechnung von REQ\_FUEL auf Basis von 230cc/min zu 360cc/min hat sich heraus gestellt, dass das Gemisch deutlich zu fett ist. Somit ist davon auszugehen, dass der realistische Wert der originalen Düsen irgendwo zwischen 210cc/min und 215cc/min liegt.

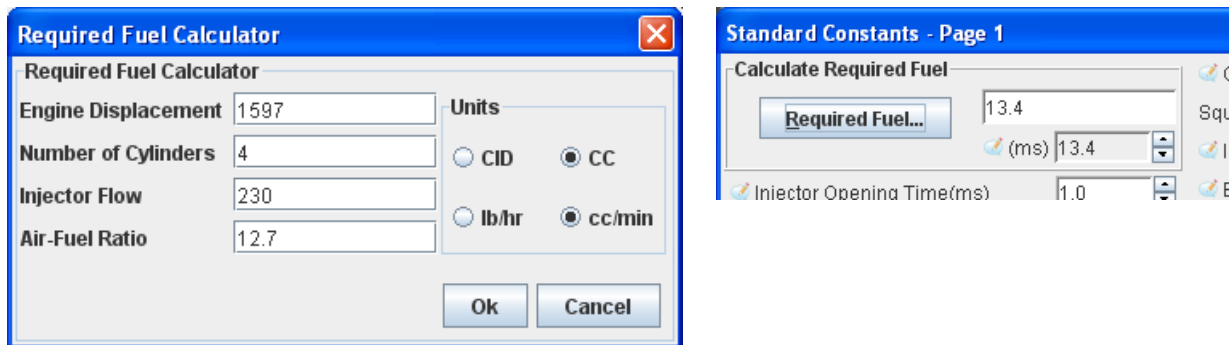
### Notwendige Neuberechnungen der Pulsweiten nach dem Wechsel der Einspritzdüsen:

1. Basis Pulsweite mit dem „Required Fuel Calculator“ berechnen  
und im Anschluss daran alle Werte für:
2. Crank/WarmUp - Cranking Settings - Cranking/Priming PW Table
3. Basic Settings – Acceleration Wizard - Accel Enrichment PW, MAP Based AE

neu berechnen und diese in die jeweilige Tabelle eintragen. Eine Feinabstimmung erfolgt im Anschluss von Hand.

## 1. Basis Pulsweite mit dem „Required Fuel Calculator“ berechnen.

Folgend die Werte die in der Basis MAP eingesetzt sind, um den REQ\_FUEL von 13,4ms zu erzielen:



Um den „Required Fuel Calculator“ zu starten klicken Sie auf:  
„Basic Settings – Engine Constants 1 – Required Fuel...“.

Wenn jetzt die Düsengröße von 360 cc/min in den Required Fuel Calculator eingetragen wird, erhält man ein REQ\_FUEL Wert von 8,6ms. Es hat sich sehr schnell heraus gestellt, dass das Benzin-Luft-Gemisch mit diesem Wert deutlich zu Fett ist.

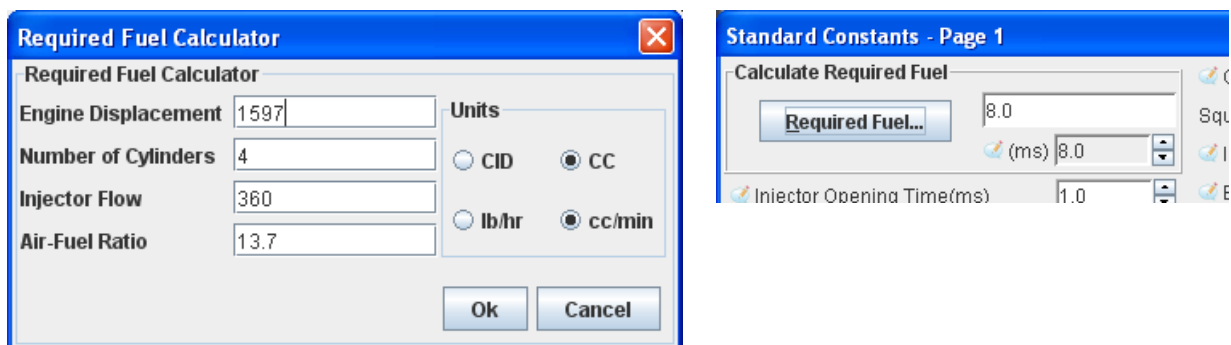
Die Angabe der Durchflussmenge bei den Standard Düsen variiert zwischen 212cc/min und 230cc/min. Somit ist davon auszugehen, dass der realistische Wert der originalen Düsen irgendwo zwischen 210cc/min und 215cc/min liegt.

Aus vorgenanntem Grund wurde der AFR Wert von 12,7 auf 13,7 angehoben, was zu einem REQ\_FUEL Wert von 8,0ms führt. Aber auch dieser Wert ist noch ca. 10% zu hoch. Eine weitere Reduzierung unter 8,0ms könnte sich aber nachteilig auf die Leerlaufabstimmung auswirken. Somit wird dieser Wert nicht unter 8,0ms reduziert. Dies hat dann zur Folge, dass in einem weiteren Schritt die VE Table angepasst werden muss.

Rein rechnerisch ergeben sich folgende Werte für die Pulsweite:

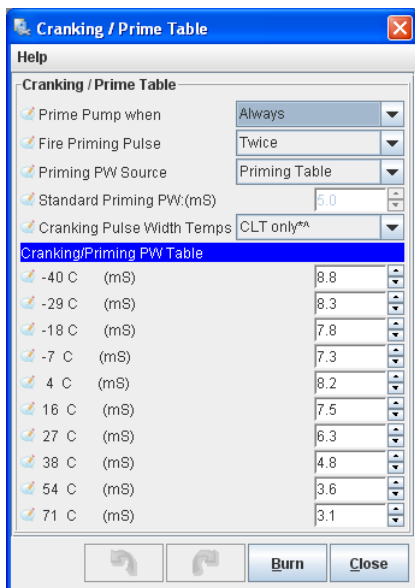
1. Basis 230cc/min  
 $360\text{cc/min} : 230\text{cc/min} = 0,63888$   
 $13,4\text{ms} \times 0,63888 = 8,56\text{ms} \Rightarrow$  gewählt = 8,6ms
2. Basis 210cc/min  
 $360\text{cc/min} : 210\text{cc/min} = 0,58333$   
 $13,4\text{ms} \times 0,58333 = 7,82\text{ms} \Rightarrow$  gewählt = 7,8ms

Folgend die Werte, die in der neuen MAP eingesetzt sind, um den REQ\_FUEL von 8,0ms zu erzielen:

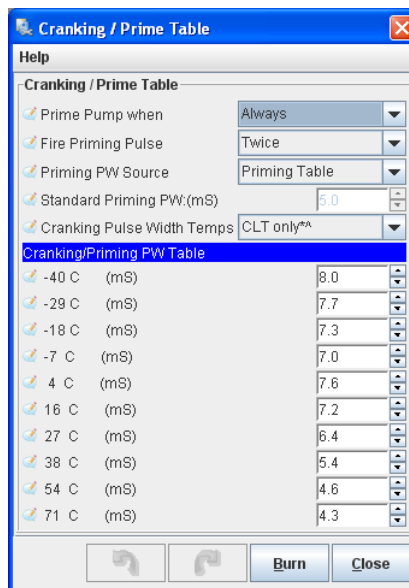


2. Berechnung der neuen Cranking PW Table beim 1,6er NA mit 85kW:

Cranking PW Table Serie



Cranking PW Table Neu



Cranking / Priming PW Table				
Temperatur in °C	230 (210) cc/min Serie	360 cc/min berechnet bei 230 cc/min Serie	360 cc/min berechnet bei 210 cc/min Serie	Eingestellte Werte bei 27° erm. und %ual umgerechnet
-40	8,8 ms	6,0 ms	5,6 ms	8,0 ms
-29	8,3 ms	5,7 ms	5,3 ms	7,6 ms
-18	7,8 ms	5,3 ms	5,0 ms	7,1 ms
-7	7,3 ms	5,0 ms	4,7 ms	6,7 ms
4	8,2 ms	5,6 ms	5,2 ms	7,5 ms
16	7,5 ms	5,2 ms	4,8 ms	7,0 ms
27	6,3 ms	4,4 ms	4,1 ms	<b>5,9 ms</b>
38	4,8 ms	3,4 ms	3,2 ms	4,6 ms
54	3,6 ms	2,7 ms	2,5 ms	3,6 ms
71	3,1 ms	2,3 ms	2,2 ms	3,1 ms

Als erstes muss die tatsächliche Einspritzzeit bestimmt werden. Die Öffnungszeit für eine Einspritzdüse beträgt standardmäßig 1,0ms. Wenn die Cranking PW bei 16°C auf 7,5ms eingestellt ist, so wird die Öffnungszeit vom 1,0ms davon subtrahiert und die tatsächliche Einspritzzeit beträgt somit 6,5ms.

Original Düsengröße = 230cc/min bei 3Bar, Neue Düsengröße = 360cc/min bei 3Bar  
 Öffnungszeit Düse: 1,0ms

$$7,5\text{ms} - 1,0\text{ms} = 6,5\text{ms}$$

$$230\text{cc/min} : 360\text{cc/min} = 0,6388$$

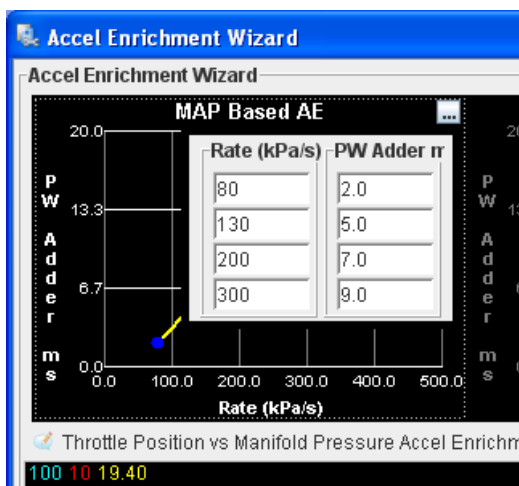
$$0,6388 * 6,5\text{ms} = 4,147\text{ms}$$

$$4,147\text{ms} + 1,0\text{ms} = 5,147\text{ms} \Rightarrow \text{gewählt} = 5,1\text{ms}$$

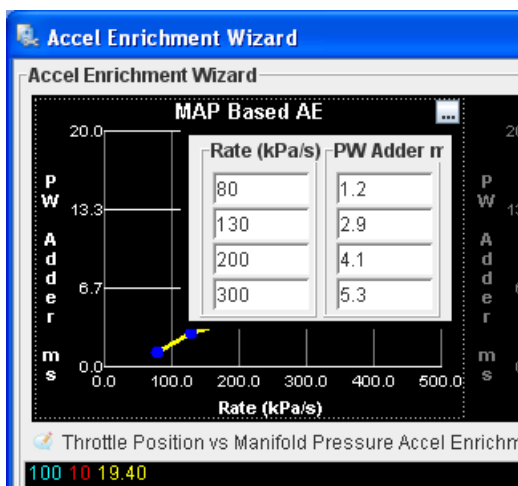
Die Startwerte für die Cranking / Priming PW Table stammen aus der Zeile „360 cc/min berechnet bei 230 cc/min Serie“. Damit startet der Motor leicht widerwillig. Erst als die PW um 0,5ms angehoben wurde, startete der Motor einwandfrei. Bei ca. +3,0ms bis 3,5ms ist zu spüren, dass der Motor schlechter anspringt. Bei einer PW von +7,0ms (10.09.10) über den Startwerten, springt der Motor beim Warmstart nicht mehr an. Somit wurde bei 27°C die PW um 1,5ms angehoben und die anderen Werte entsprechend berechnet.

3. Berechnung der neuen Accel Enrichment PW beim 1,6er NA mit 85kW:

Accel Enrichment Serie



Accel Enrichment Neu



Rate kPa/s	PW Adder ms bei 230 cc/min Serie	360 cc/min berechnet bei 230 cc/min Serie	360 cc/min berechnet bei 210 cc/min Serie	Eingestellte Werte bei 210cc/min +10%
80 kPa/s	2,0 ms	1,3 ms	1,2 ms	1,3 ms
130 kPa/s	5,0 ms	3,2 ms	2,9 ms	3,2 ms
200 kPa/s	7,0 ms	4,5 ms	4,1 ms	4,5 ms
300 kPa/s	9,0 ms	5,8 ms	5,3 ms	5,8 ms

Mit den Serienwerten aus der Spalte „PW Adder bei 230 cc/min Serie“ ruckelt der Motor sobald man Gas gibt. Versuchsweise wurden die PW halbiert und mit diesen Werten nimmt der Motor sehr gut Gas an. Auf Grund dieser Tatsache wurden die PW Werte neu berechnet. Im ersten Schritt wurden die Werte aus der Spalte „360 cc/min berechnet bei 230 cc/min Serie“ eingesetzt. Damit zeigte der Motor aber beim Gas geben wieder ein Ruckeln. Im zweiten Schritt wurden die Werte von „360 cc/min berechnet bei 210 cc/min Serie“ eingesetzt. Mit diesen Werten ist kein Ruckeln mehr spürbar.

**Achtung:**

Bei Änderungen am „Fuel Table“, z.B. Reduzierung oder Anhebung der Benzinmengen, müssen auch die Benzin-Anreicherungs-Werte neu eingestellt werden. Eine falsche Einstellung macht sich in der Regel durch Ruckeln beim Gas geben bemerkbar.

Original Düsengröße = 230cc/min bei 3Bar

Neue Düsengröße = 360cc/min bei 3Bar

$230\text{cc/min} : 360\text{cc/min} = 0,6388$

$0,6388 \times 2,0\text{ms} = 1,2776\text{ms}$

=> gewählt = 1,3ms

$210\text{cc/min} : 360\text{cc/min} = 0,5833$

$0,5833 \times 2,0\text{ms} = 1,166\text{ms}$

=> gewählt = 1,2ms

## Auslegung der Einspritzdüsen:

Auslegung der Einspritzdüsen in lbs/hr und (cc/min) bei einer Leistung von:

<b>Injectors Rating Required for Specified Horsepower</b> in <i>lbs/hr</i> and ( <i>cc/min</i> )						
<i>Horsepower</i>	Number of Injectors					
	1	2	4	5	6	8
100	59 (620)	29 (305)	15 (158)	12 (126)	10 (105)	-
150	88 (924)	44 (462)	22 (231)	18 (189)	15 (158)	11 (116)
200	-	59 (620)	29 (305)	24 (252)	20 (210)	15 (158)
250	-	74 (777)	37 (389)	29 (305)	25 (263)	18 (189)
300	-	88 (924)	44 (462)	35 (368)	29 (305)	22 (231)
350	-	-	51 (534)	41 (431)	34 (357)	26 (273)
400	-	-	59 (620)	47 (494)	39 (410)	29 (305)
450	-	-	66 (693)	53 (557)	44 (462)	33 (347)
500	-	-	74 (777)	59 (620)	49 (515)	37 (389)
550	-	-	81 (851)	65 (683)	54 (567)	40 (420)
600	-	-	88 (924)	71 (746)	59 (620)	44 (462)

based on 0.50 BSFC and 85% duty cycle  
Turbo/supercharged engines should add 10% to listed minimum injector size

Turbo- bzw. Kompressormotore benötigen einen Aufschlag von 10% bei den aufgelisteten Düsengrößen.

Bsp.: 4 Einspritzdüsen bei 200PS = 305 cc/min + 10% = 335 cc/min.

Somit sind die 360cc/min Düsen aus dem Mazda 323 GTX Turbo für 210PS bis 220PS ausreichend.

### Auflistung von hochohmigen Einspritzdüsen (beispielhaft):

Year	Make/Model	Engine	Size/Color	Part #
87-88	Toyota MR2	4AGE NA	213cc - Beige Top	#23250-16080
89-91	B2220 Truck		224cc - Yellow Top?	#23250-74040?
99-00	Mazda Miata		240cc - Thin Red Body	#195500-4430
	Toyota	4AGE	250cc - Green Top	
	Toyota	4AGE	250cc - Violet Top	
94-97	Mazda Miata		254cc - Tan Top	#195500-2180
01-05	Mazda Miata	NA & TURBO	265cc - Thin Lt. Prple	#195500-4060
	Toyota	3SGE	295cc - Green Top	
89-92	Toyota Supra	7MGE NA	305cc - Light Green Top	#23250-
70080				
93-95	Toyota Supra	3.0L	312cc - Maroon Top	#23250-46030
	Toyota	3SGE	315cc - Pink Top	
90-92	MX6/626/Probe	Turbo	326cc - Gray Top	#195500-2150
89-91	B2600 Truck		326cc - Gray Top	#195500-2150
	Mazda 323 GTX	TURBO	360cc - Black Top	#195500-2130
	Celica/MR2	3SGE NA	370cc - Green Top	#23250-74160
	Mazda RX8		420cc - Yellow Body	#195500-4450
	Subaru WRX		425cc - Lt. Blue Body	#3920
89-92	Toyota Supra	7MGE TURBO	430cc - Black Top	
89-92	Mazda RX-7	NA	440cc - Blue Top	#195500-5740
89-91	RX-7	NA	460cc - Red Top	#195500-2010
	Subaru STi		540cc - Thin Pink Body	#3910
89-91	RX-7	TURBO	550cc - purple top	#195500-2020

### BlueNA