

Harley Davidson Tuning Bibel

Für elektronische Einspritzmodelle ab 2006 (TwinCam 88cui, 95cui, 96cui)



Version:	1.2
Datum:	19.6.2007
Autor:	Alfred Bolliger alias <i>Swiss Fred57</i>
Layout & Korrektur:	Frank Tischler alias <i>amigo317</i>
Status:	freigegeben

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	3
2	Einleitung.....	3
3	Begriffe und Abkürzungen.....	4
4	Prinzip des 4-Takt-Otto-Verbrennungsmotors	5
4.1	Erster Takt.....	5
4.2	Zweiter Takt	6
4.3	Dritter Takt	6
4.4	Vierter Takt	7
5	Kerzenbild und wie deute ich es richtig	7
6	Der Harley Davidson V-Twin-Motor	11
7	Funktionsweise der Steuereinheit ECU (einfach erklärt).....	12
8	Die Map.....	13
8.1	Was ist eine Map und wie funktioniert sie?	13
8.2	Gibt es Möglichkeiten diese Maps zu ändern?	15
8.3	Warum überhaupt eine Map ändern?.....	16
8.4	Grundlagen AFR (Luft-Benzinanteile)	16
8.5	Grundlagen VE (Füllgrad des Zylinders)	17
8.6	Grundlagen Timing (Zündzeitpunkt).....	17
9	Wie berechnet die Steuereinheit die Benzinmenge?	18
10	Was ist eine Lambdasonde?.....	19
11	Was ist ein Close-Loop- oder Open-Mode-System?	20
12	Wie funktioniert ein Prüfstand?	20
13	Tuning von Harley Davidson TwinCam-Motoren	21
13.1	Stage 2	21
13.2	Stage 3	21
13.3	Stage 1 - Maßnahmen.....	21
13.4	Das Mapping.....	22
14	Fehlerspeicher und Fehler-Codes	24
14.1	So wird der Fehlerspeicher ausgelesen.....	24
14.2	Die einzelnen Fehler-Codes	25
15	Nachtrag	30
16	Verzeichnis der Abbildungen	30

1 Vorwort

Dieses Dokument ist aus den Ideen, Fragen wie auch Antworten aller Forenmitglieder des Street Bob Forums (<http://www.fxdbi.de>) heraus entstanden. Alfred Bolliger alias *Swiss Fred57*, der die größte Erfahrung im Forum bezüglich der gesamten Street Bob Elektronik durch seine kompakten Vorkenntnisse auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Elektronik sammeln konnte, hat sein Tuning-Wissen auf vielfachen Wunsch in diesem Manual niedergeschrieben.

Frank Tischler (amigo317)

2 Einleitung

Ich, Alfred Bolliger, habe diese kleine Tuning-Anleitung geschrieben, um HarleyfahrerInnen einen einfachen und verständlichen Einstieg in das elektronische Tuning von Harley Davidson *TwinCam*-Modellen ab dem Baujahr 2006, im speziellen der Dyna Glide FXDBI (Street-Bob), zu vermitteln. Softail Modelle sind fast identisch bis auf kleinere Details, die aber keine Auswirkungen auf die hier beschriebenen Tuning Maßnahmen haben.

Die Elektronische Einspritzung (*EFI*, Electronic Fuel Injection) gab es schon früher bei Harley, aber diese sind nicht mit der neuen Generation an elektronischen Einspritzsystemen ab Baujahr 2006, die als so genannte Closed-loop-Systeme (geregelte oder geschlossene Systeme) eingeführt wurden, zu vergleichen.

Vergessen wir nicht dass elektronische Einspritzsysteme nicht ohne Mechanik funktionieren und das auch eine Harley Davidson durch einen simplen Otto Benzinmotor angetrieben wird. Dieser Motor unterliegt den gleichen physikalischen Gesetzen wie der im Jahr 1876 von Nikolaus August Otto erfundene. Unsere geliebten Harleys haben einen 4-Takt-Ottomotor.

3 Begriffe und Abkürzungen

Nachfolgend sind die wichtigsten Begriffe und Abkürzungen aufgeführt:

Begriff	Erklärung
Gemisch	Luft-Benzin-Gasgemisch
Fett	zu viel Benzinanteile im Gasgemisch
Mager	zu viel Luftanteile im Gasgemisch
US-Englischer Begriff	Übersetzung
AFR = Air fuel Ratio	Luft- und Benzinanteile
Angle sensor	Schräglagensensor
Cfm = cubic feet per minute	Kubikmeter pro Minute (meistens zum Messen des Luftdurchflusses bei Luftfiltern)
Closed-loop-mode	geschlossener Kreislaufmodus
ECM = Electronic control module	Elektronisches Steuergerät
ECU = Electronic control Unit	Elektronisches Steuergerät
EFI = Electronic fuel injection	Elektronische Benzineinspritzung
FI= fuel injection	Benzineinspritzung
Injector	Einspritzdüse
Intake manifold	Ansaugstutzen
Knock sensor	Klopfsensor (um Motorklingeln aufzuzeigen)
Lean	Mager
Map	Tabelle (x, y)
Map sensor	Drucksensor (atmosphärischer Druck)
Mapping	Tabellenänderung
O2 sensor (Oxygen sensor)	Lambdasonde (um Luft-Benzinanteil zu messen)
Open mode	offener modus
Rev limiter	Drehzahlbegrenzer
Rich	Fett
RPM = rotation per minute	Umdrehungen pro Minute (Drehzahl)
Throttle	Drosselklappe
Throttle position sensor	Drosselklappensensor (Gasstellung)
Timing	Zündung, Zündzeitpunkt
VE = Volume effieience	Volumeneffizienz (Füllgrad des Zylinders)
WOT = wide open throttle	voll geöffnete Drosselklappe (Vollgas)

4 Prinzip des 4-Takt-Otto-Verbrennungsmotors

Die vier Takte des Otto-Verbrennungsmotors werden in den Abbildungen und Beschreibungen der nächsten Unterkapitel am Beispiel des traditionellen Harley Davidson V-Twin-Motor, dessen Ventile oben im Zylinderkopf (hängende Anordnung) über eine oder zwei (*TwinCam*) unten liegende Nockenwellen und den dazugehörigen Stößelstangen gesteuert werden, erklärt und vereinfacht dargestellt. Eine solche Bauart wird auch als *OHV*-Bauart (**O**ver **H**anging **V**alves) bezeichnet. Nachfolgend eine Aufstellung aller gängigen Bauarten:

Bauart	Beschreibung
Side Valves (SV)	Unten liegende Nockenwelle, Ventile(n) seitlich im Zylinderblock (stehende Anordnung)
Over Hanging Valves (OHV)	Unten liegende Nockenwelle, Ventile(n) im Zylinderkopf (hängende Anordnung)
Over Head Camshaft (OHC)	Oben liegende Nockenwelle(n) im Zylinderkopf
Single Over Head Camshaft (SOHC)	Eine oben liegende Nockenwelle im Zylinderkopf
Double Over Head Camshaft (DOHC)	Doppelte oben liegende Nockenwelle im Zylinderkopf

4.1 Erster Takt

Im ersten Takt (Ansaugtakt) ist das Einlassventil geöffnet und das Auslassventil geschlossen. Während der Abwärtsbewegung des Kolbens (vom oberen zum unteren Totpunkt) wird das Kraftstoff-Luftgemisch in den Zylinder „gesaugt“.

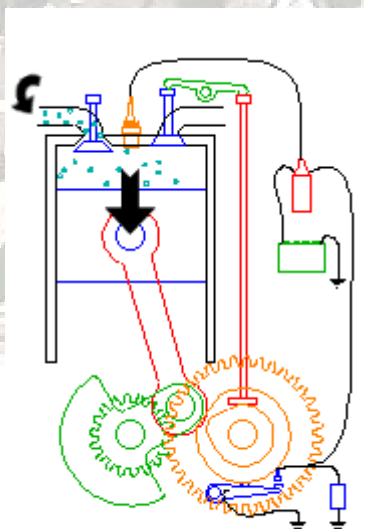


Abbildung 1: Erster Takt

Im zweiten Takt (Verdichtungs- oder Kompressionstakt) sind beide Ventile geschlossen und der Kolben verdichtet in seiner Aufwärtsbewegung (vom unteren Totpunkt UT zum oberen Totpunkt OT) das Kraftstoff-Luftgemisch im Zylinder. Kurz vor Ende des zweiten Taktes (Kolben ist am OT angelangt) erfolgt die Zündung (bei Ottomotoren durch Fremdzündung mittels Zündkerze).

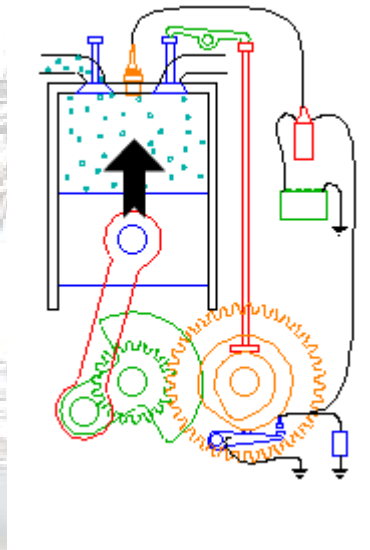


Abbildung 2: Zweiter Takt

Im dritten Takt (Arbeitstakt) sind beide Ventile geschlossen und es wird im Verbrennungsraum das Kraftstoff-Luft-Gemisch explosionsartig verbrannt. Durch den Anstieg der Temperatur und das höhere Volumen der Verbrennungsgase steigt der Druck im Verbrennungsraum und treibt den Kolben im Zylinder nach unten in Richtung *UT*. Die Längsbewegung des Kolbens wird dabei über das Pleuel auf die Kurbelwelle weitergeleitet und in eine Drehbewegung umgesetzt.

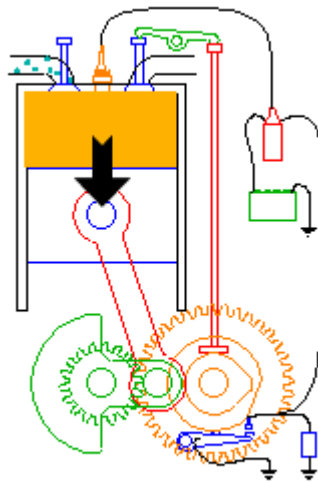


Abbildung 3: Dritter Takt

4.4 Vierter Takt

Im vierten Takt (Auslasstakt) ist das Einlassventil geschlossen und das Auslassventil geöffnet. Der sich nach oben in Richtung *OT* bewegende Kolben drückt die Abgase aus dem Verbrennungsraum durch das Auslassventil in den Auspuff und somit in die Umwelt.

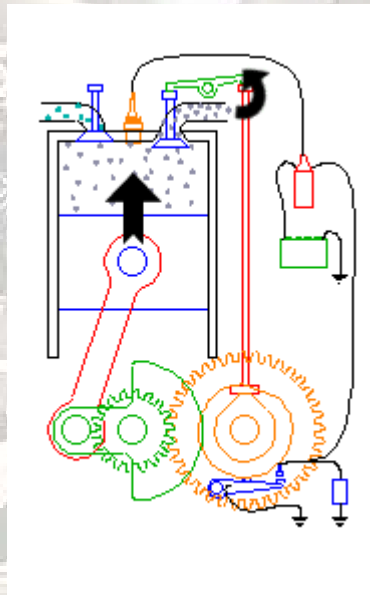


Abbildung 4: Vierter Takt

5 Kerzenbild und wie deute ich es richtig

Grundsätzlich kann von einem Kerzenbild sehr viel über das Gemisch (Einspritzung), die Zündung und dem allgemeinen Motorzustand ausgesagt werden. Bei modernen Einspritzsystemen hat sich das Kerzenbild leicht

verändert, da heutzutage überwiegend bleifreie Kraftstoffe benutzt werden, die zudem reinigende Zusätze beinhalten. Prinzipiell sollte der weisse Isolator nur wenig verfärbt sein (leicht gelb bis ganz leicht Braun, früher Rehbraun bis Dunkelbraun).

Wichtiger Grundsatz: Kerzen sollten immer mit dem richtigen Drehmoment angezogen werden! Ansonsten kann das Gewinde einen Schaden nehmen, da unsere TwinCam-Zylinderköpfe aus einer Aluminiumlegierung gefertigt sind. Im Zweifelsfall mit einen Kerzenschlüssel von Hand anziehen bis ein Widerstand spürbar ist, anschließend noch mit einer halben Umdrehung anziehen. Ist ein Drehmomentschlüssel vorhanden sollten die Kerzen mit 16 Nm angezogen werden.

Was ist ein Kerzenbild? Als Kerzenbild werden die Verfärbungen an den Elektroden sowie am Isolatorkörper (weißer Keramikern) bezeichnet.



Abbildung 5: Beispiel Kerzenbild

Wie gehe ich vor? Grundsätzlich kann nur eine neue oder einwandfreie Zündkerze etwas aussagen. Ist ein Motor getunt worden, z.B. Stage 1, dann sollten immer neue Zündkerzen eingesetzt werden um ein aktuelles Kerzenbild zu erhalten. Ein Kerzenbild sollte erst geprüft werden, nachdem der Motor seine Betriebstemperatur erreicht hat. Das Kerzenbild sollte auch bei Tageslicht angeschaut werden, da ansonsten die Verfärbungen an der Kerze nicht richtig gedeutet werden.

Es gibt 3 Zustände (Fahrweisen), bei denen sich die Elektroden verfärben:

- im Leerlauf bis etwa 1500 Touren
- beim gemächlichen Fahren (Cruisen) 1500 - 3500 Touren
- bei zügiger Fahrweise (Vollgas), ab 3500 Touren

Die jeweiligen Fahrweisen verfälschen das Kerzenbild untereinander. Eine Autobahnfahrt mit 4000 U/min z.B. kann durch eine einminütige Leelaufphase an einer Ampel überdeckt werden. Es werden die Fahrweisen von Niedertourig bis

Vollgas gemessen, da die höheren Drehzahlen Russ und Ablagerungen weg brennen.

Da sowieso alle 3 Zustände überprüft werden sollten, ist folgende Vorgehensweise ratsam:

Zunächst sollten folgende Werkzeuge und Materialien griffbereit vorliegen:

- 1 Kerzenschlüssel (Drehmoment wenn vorhanden)
- Handschuhe oder Lumpen (Zündkerzen werden im allgemeinen heiß)
- 1 Satz Neue Kerzen mit dem richtigen Elektrodenabstand (-> Manual).

Zuerst muss der Motor seine Betriebstemperatur erreicht haben (etwa 10-20 Minuten fahren). Jetzt beide Zündkerzen herausnehmen und in den Hosensack stecken (war nur ein Witz). Irgendwo sicher ablegen (wegen herunter fallen). Jetzt die zwei neuen Zündkerzen einschrauben. **Achtung!** Nicht zu fest! Bike starten und im Leerlauf eine Minute lang laufen lassen. Danach Zündkerzen heraus schrauben und das Kerzenbild anschauen und notieren (zu mager oder zu fett). Zündkerzen wieder einschrauben, Motor starten und gleich losfahren, aber gemächlich (ca. 10 Minuten). Dabei kein Vollgas geben und auch nicht im Leerlauf laufen lassen! Anschließend den Motor sofort abstellen, Zündkerzen herausnehmen und wieder das Kerzenbild notieren. Nun die Zündkerzen wieder einschrauben, Motor starten und sofort losfahren, diesmal 10 Minuten zügig bis Vollgas (Autobahn) fahren. Anschließend wieder Zündkerzen wieder heraus schrauben und Kerzenbild notieren.

Hinweis: diese Fahrten sollten auf möglichst verkehrsarmen Strassen absolviert und dabei auf die gesetzlich vorgeschriebenen Geschwindigkeiten geachtet werden.

Wie sieht das Kerzenbild bei optimalen Gemisch aus? Der äussere Ring sollte leicht schwarz sein aber ohne Russablagerungen. Der Isolator sollte leicht gelb bis hellbraun verfärbt sein (siehe Abbildung 6: Beispiel eines optimalen Kerzenbild).

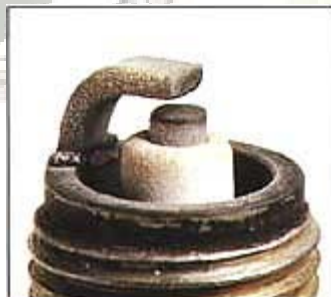


Abbildung 6: Beispiel eines optimalen Kerzenbildes

Bei einem zu fett eingestellten Gemisch sind überall Ablagerungen zu sehen.



Abbildung 7: Beispiel Kerzenbild bei zu fettem Gemisch

Bei einem zu mageren Gemisch hat das Porzellan keine Farbe und ist glasig weiss. Es fehlen auch die schwarzen Ablagerungen im äusseren Ring.



Abbildung 8: Beispiel Kerzenbild bei zu magerem Gemisch

Jetzt kann das Mapping geändert werden um in den entsprechenden Bereichen das Gemisch entweder fetter oder magerer einzustellen, damit ein optimales Kerzenbild erreicht wird. Besser ist es ein etwas fetteres Gemisch einzustellen, da der Motor dadurch besser gekühlt wird. Insbesondere im Leerlauf und bei Vollgas. Wo und wie kann der Zündzeitpunkt abgelesen werden? Es gibt eine Verfärbung (Strich) auf der mittleren Elektrode. Diese Markierung sollte sich genau im Bogen befinden. Befindet sich dieser weiter am Anfang der Elektrode, dann ist zuviel Vorzündung eingestellt. Befindet er sich weiter Ende zu wenig Vorzündung.



Abbildung 9: Beispiel Kerzenbild Zündzeitpunkt

6 Der Harley Davidson V-Twin-Motor

Den Motor muss man sich einfach wie eine Durchlaufpumpe vorstellen, nur das Gase anstatt Wasser durchfliessen. Wird die Gasmenge und der Durchfluß erhöht, so steigert sich beim Otto-Motor auch die Kraft und die Leistung. Daraus folgt natürlich im Umkehrschluss, dass bei Minderung der Gasmenge und/oder des Durchflusses die Motorleistung negativ beeinträchtigt wird.

Unser Harley Motor ist ein so genannter Selbstsauger: die Gase werden während der Abwärtsbewegung des Kolbens wie in eine Spritze hinein gezogen und bei der Aufwärtsbewegung wieder hinaus gestossen. Je länger der zurück zu legende Kolbenweg (Hub) ist, desto grösser ist die Menge des Gasgemisches im Zylinder. Die mechanische Grenze ist die Kolbengeschwindigkeit, da bei Zunahme des Kolbenweges der Kolben immer heisser wird und damit die Umdrehungen pro Minute begrenzt werden. Einfach gesagt: Je länger der Hub ist, desto kleiner die maximale Anzahl an Umdrehungen pro Minute, aber es wird mehr Kraft (Drehmoment) erzeugt. Bei den *TwinCam* Modellen der Baujahre 2006/2007 liegt diese Grenze bei 6800 U/min (Kolbensmelze). Ab Werk ist bei diesen Modellen die Drehzahlgrenze auf 5800 U/min festgelegt, kann aber bedenkenlos auf 6200 U/min erhöht werden. Mit speziellen Kolben (ausgewuchtet und geschmiedet) sowie stärkeren Ventilfeuern kann diese Grenze sogar bis auf 6500 U/min erhöht werden. Die Elektronik schaltet beim Erreichen dieser festgelegten Grenze einfach die Zündung ab und es werden so keine Funken mehr an den Zündkerzen erzeugt.

Bei den *TwinCam*-Motoren gehen beide Pleuel auf den gleichen Hubzapfen der Kurbelwelle. Hierdurch ergibt sich der typische ‚Potato Potato‘-Sound der sehr gut bei niedrigen Drehzahlen (600-800 U/min) wahrgenommen werden kann.





Abbildung 10: HD-Pleuel

7 Funktionsweise der Steuereinheit ECU (einfach erklärt)

Diese Einheit ist eine kleine Blackbox die mit einem schnellen Mikroprozessor und den dazugehörigen Bausteinen ausgestattet einen kleinen Computer bildet.

Durch Informationen der am Motor installierten Sensoren (Fühler) erhält diese Blackbox Messwerte und/oder Zustände, womit sie die Menge an Gasgemisch, das durch die Einspritzdüsen in den Verbrennungsraum gelangen soll, wie auch den Zündzeitpunkt, errechnet

Vorteile: frei programmierbares Mapping, jederzeit ohne mechanische Komponenten (Düsen, Düsenadeln, etc.) zu wechseln, passt sich an Luftdruck/Wärme usw. an, automatischer Kaltstart und Schutz vor Überhitzung, frei einstellbare Beschleunigerpumpe, Leerlauf, Drehzahlbegrenzer.

In der nachfolgenden Abbildung ist der für die Einspritzung und Zündung verantwortliche Teil des Gesamtschaltplanes dargestellt:

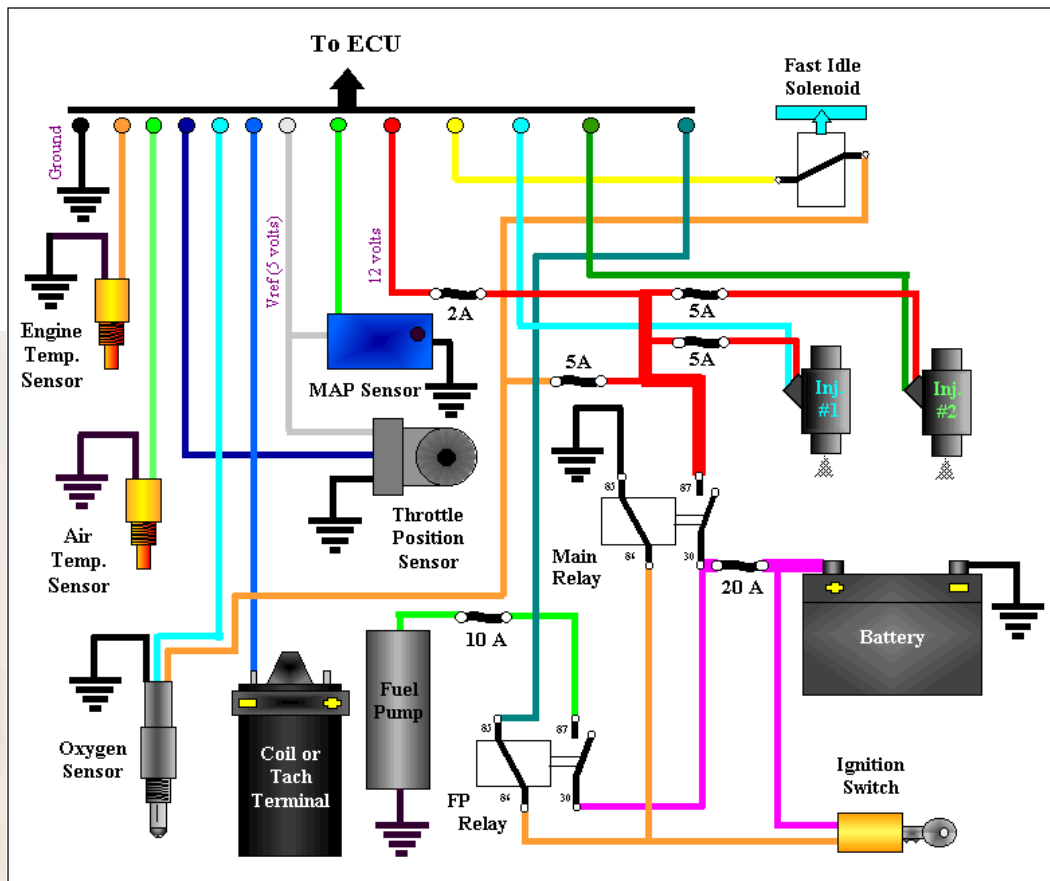


Abbildung 11: Schaltplan Einspritzsystem und Zündung

Die Erzeugung des Luft-Benzingemisches ist aus nachfolgender Abbildung ersichtlich:

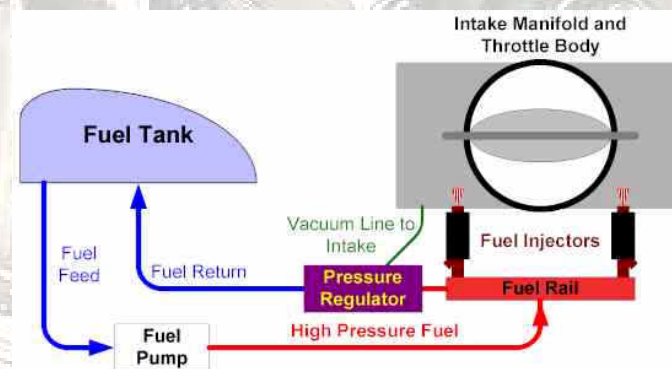


Abbildung 12: Schaubild Erzeugung des Luft-Benzingemisches

8 Die Map

8.1 Was ist eine Map und wie funktioniert sie?

Eine *Map* ist nichts anderes als eine Tabelle (wie Excel bei MS-Office). Diese Tabellen sind fest programmiert in der Steuereinheit. Es gibt 3 Tabellen in der Steuereinheit (*AFR*, *VE*, *Timing*), wobei die Tabelle *AFR* die Luft-Benzinanteile

beinhaltet. Die Tabelle *VE* (Volume efficiency, Füllgrad des Zylinders) beinhaltet Prozentwerte für beide Zylinder separat. Die Tabelle *Timing* (Zündzeitpunkt) beinhaltet ebenfalls Werte für beide Zylinder separat. Alle diese Tabellen haben eine X-Achse (Vertikal) und eine Y-Achse (Horizontal). In die xy-Schnittpunkte sind Werte (Zahlen) eingetragen, die z.B. die Menge an Luftanteilen zu Benzinanteilen oder den Zündzeitpunkt in Abhängigkeiten zu den Drehzahlen wiedergeben.

Beispiel 1 einer *Map* (*VE* vorderer Zylinder, siehe Abbildung 13: VE-Map):

X Achse = Drosselklappenstellung

Y Achse = Umdrehungen pro Minute.

Werte = Füllgrad des Zylinders

Man beachte: der Füllgrad eines Zylinders kann auch grösser sein als 100%

RPM	Throttle Position (Percent)												
	0	2	5	7	10	15	20	25	30	40	60	80	100
500	76.5	78.5	79.0	79.0	79.0	79.5	78.0	76.0	74.5	74.0	74.0	74.0	74.0
750	79.5	78.5	79.0	79.0	80.0	80.5	79.0	77.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
1000	80.0	79.0	81.0	81.0	82.0	82.0	80.0	78.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
1125	82.0	81.0	83.0	83.0	83.0	84.0	81.0	79.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
1250	83.0	82.0	83.0	83.0	85.0	86.0	83.0	79.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
1500	84.0	91.5	91.5	93.5	92.0	93.0	88.0	85.0	82.0	76.0	77.0	77.0	77.0
1750	82.0	92.0	94.0	96.5	99.0	99.0	97.0	94.5	90.0	76.5	78.0	78.0	81.0
2000	89.0	90.0	95.0	97.0	100.5	100.5	101.0	100.0	94.5	79.5	80.0	79.5	83.5
2250	93.0	86.0	94.5	96.5	101.0	101.0	103.0	102.0	97.5	80.5	80.5	82.5	84.5
2500	94.0	89.0	97.0	100.5	103.5	105.5	104.5	101.5	83.5	81.5	83.5	83.5	83.5
2750	98.0	93.0	95.5	97.5	104.5	105.5	104.0	104.0	101.5	84.5	83.5	85.0	85.0
3000	100.0	97.0	99.0	101.5	103.5	105.5	106.0	106.0	103.5	91.5	84.5	87.0	88.0
3500	101.0	98.0	94.0	95.0	109.5	113.0	112.0	112.0	110.0	105.5	86.5	87.0	86.0
4000	104.0	100.0	95.0	96.0	113.0	117.5	117.5	117.5	116.5	107.5	89.5	89.5	90.0
4500	104.0	101.0	97.0	97.0	109.0	113.5	119.5	119.5	118.5	110.0	99.0	90.5	90.5
5000	104.0	101.0	98.0	98.0	101.0	105.0	118.5	118.5	116.5	114.0	108.0	90.0	92.0
5500	104.0	102.0	99.0	98.0	101.0	106.0	115.5	114.5	111.5	106.0	105.0	92.0	94.0
6000	103.5	102.0	99.0	98.0	101.0	106.0	108.0	107.0	104.0	104.0	98.0	90.5	94.0
6500	103.5	102.0	99.0	98.0	101.0	106.0	108.0	107.0	104.0	104.0	98.0	90.5	94.0

Abbildung 13: VE-Map

Beispiel 2 einer *Map* (Zündzeitpunkt, siehe Abbildung 14: Timing-Map):

X Achse = Druck im Ansaugstutzen (fast gleich wie Drosselklappenstellung)

Y Achse = Umdrehungen pro Minute

Werte = der Zündzeitpunkt in Grad vor *OT* des Kolbens

Man beachte: 45° vor *OT* ist ein maximaler Wert

RPM	MAP (kPa)										
	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
750	20.00	20.00	20.00	20.00	19.00	16.00	12.00	12.00	10.00	10.00	10.00
1000	20.00	20.00	20.00	20.00	19.00	17.00	12.00	12.00	10.00	10.00	10.00
1125	20.00	20.00	20.00	20.00	19.00	17.00	14.00	12.00	10.00	10.00	10.00
1250	20.00	21.00	22.00	22.00	20.00	18.00	15.00	12.00	10.00	10.00	10.00
1500	21.00	22.00	23.00	23.00	24.00	20.00	19.00	15.00	13.00	12.00	12.00
1750	22.00	23.50	25.00	25.00	26.00	25.00	24.00	20.00	17.00	15.00	15.00
2000	23.75	25.25	27.00	29.00	30.00	28.00	28.00	26.00	23.00	21.50	21.50
2250	25.00	27.00	30.00	34.00	35.00	31.00	31.00	28.50	24.00	23.00	23.00
2500	28.00	30.00	35.00	40.00	40.00	35.00	34.00	33.00	31.00	27.00	27.00
2750	30.00	32.50	37.50	45.00	45.00	39.00	36.00	34.00	32.00	28.00	28.00
3000	32.00	34.00	40.00	45.00	45.00	40.00	37.00	34.00	33.00	29.00	29.00
3500	33.00	35.00	40.00	45.00	45.00	42.00	38.00	35.00	33.00	29.00	29.00
4000	33.00	35.00	40.00	45.00	45.00	42.00	38.00	35.00	33.00	30.00	30.00
4500	33.00	35.00	40.00	45.00	45.00	42.00	38.00	35.00	33.00	31.00	31.00
5000	33.00	35.00	40.00	45.00	45.00	42.00	38.00	35.00	33.00	33.00	33.00
5500	33.00	35.00	40.00	45.00	45.00	42.00	38.00	35.00	34.00	34.00	34.00
6000	33.00	35.00	40.00	45.00	45.00	42.00	38.00	35.00	35.00	35.00	35.00

Abbildung 14: Timing-Map

Beispiel 3 einer Map (AFR, Luft-Benzinanteile, siehe Abbildung 15: AFR-Map):

X Achse = Druck im Ansaugstutzen (fast gleich wie Drosselklappenstellung)

Y Achse = Umdrehungen pro Minute

Werte = Luft-Benzinanteile

Man beachte: 14,6 (14,6 Luftanteile zu 1 Benzinanteile ist der ideale Wert um wirtschaftlich zu fahren)

RPM	MAP (kPa)											
	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	100
750	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	11.5	11.5
1000	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	11.5	11.5
1125	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	11.5	11.5
1250	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	11.5	11.5
1500	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	11.8	11.8
1750	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.2	12.2
2000	14.4	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
2250	13.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
2500	13.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
2750	13.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
3000	13.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
3500	13.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
4000	13.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
4500	13.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
5000	13.0	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	12.5	12.5
5500	13.0	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	12.5	12.5
6000	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.5	12.5

Abbildung 15: AFR-Map

8.2 Gibt es Möglichkeiten diese Maps zu ändern?

Die Steuereinheit bietet die Möglichkeit die Tabellen zu ändern. Sie hat eine Schnittstelle nach aussen (einen Stecker) durch die Daten ausgetauscht bzw. Werte verändert werden können. Hierzu wird aber ein spezielles Gerät (*Dongle*) benötigt, da Harley Davidson von vornherein das Ändern der Daten durch Unbefugte ausschliessen will (vergib ihnen, denn sie wissen nicht was sie tun).

Die Schnittstelle ist ein so genannter Diagnosestecker (wie beim Automobil) und kennt den Aufbau der Tabellen sowie die Sprache der Steuereinheit. Das spezielle Gerät (*Dongle*) wird zwischen die Steuereinheit (*ECM*) und einem Computer (PC, Laptop) angeschlossen (siehe Abbildung 16). Mit einem Windowsprogramm können dann Änderungen/Manipulationen in den Tabellen vorgenommen werden.

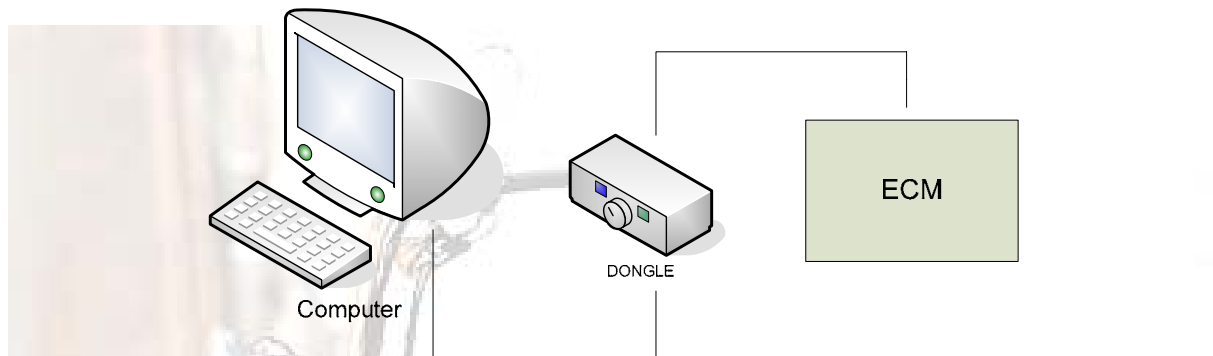


Abbildung 16: Anschlußschaubild PC-Dongle-ECM

8.3 Warum überhaupt eine Map ändern?

Die im *ECM* enthaltenen *Maps* (Tabellen) wurden vom Werk aus mit den Werten für die originalen Komponenten des jeweiligen Motorrad-Models beschrieben und an die Abgas- und Lärmvorschriften angepasst.

Prinzipiell gilt: ist das Gasgemisch zu mager eingestellt, dann wird mehr Hitze produziert (wie Luft auf Glut blasen) und der Motor kann Schaden nehmen (Loch im Kolben, Kolbenklemmer, Klingeln des Motors, Ballern im Auspuff). Ist dagegen das Gasgemisch zu fett eingestellt, dann steigt der Benzinverbrauch wie auch der *Co2*-Ausstoß, die Kerzen verrußen und die Motorleistung nimmt ab.

Werden bei einem einwandfrei laufenden Motor eine oder mehrere Komponenten verändert oder umgebaut, wie z.B. Luftfilter, Auspuff, Nockenwelle, Kompression, Hubraum etc., dann müssen die im *ECM* enthaltenen Tabellen entsprechend angepasst werden. Ihr fragt euch sicherlich warum? Folgende Gründe können dafür verantwortlich sein: die Luftmenge über den Luftfilter verändert sich, die Geschwindigkeit des Abgasausstosses über den Auspuff verändert sich, die Steuerzeiten verändern sich. Durch diese ganzen Änderungen verändert sich auch der Füllgrad (*VE*) der Zylinder und damit indirekt auch das Luft-Benzin-Gemisch (*AFR*). Folglich steigt der Luftanteil und das Gemisch wird zu mager.

8.4 Grundlagen *AFR* (Luft-Benzinanteile)

Höhere Werte = Motor läuft magerer (bei Vergaser kleinere Düse)

Tiefere Werte = Motor läuft fetter (bei Vergaser grössere Düse)

z.B.: 14,8 ist Mager, 12,5 ist fett.

Folgende Werte gelten für einen luftgekühlten Motor

Kaltstart (30 Sekunden)	11,5 -12,5 (Choke)
Leerlauf	12,8- 13,5
Cruisen (gemächlich fahren)	14,1 - 14,6
Vollgas	12,5 - 12,8
optimale Leistung	13,1 - 13,9

8.5 Grundlagen VE (Füllgrad des Zylinders)

Der Füllgrad des Zylinders wurde ab Werk auf einem Prüfstand gemessen. Bei jeder Umdrehung/min und Drosselklappenstellung wurde der VE-Wert so angepasst, dass der SOLL-*AFR* (Luft-Benzingemisch) erreicht wurde.

Mehr Füllgrad bedeutet, die Steuereinheit erhöht die Benzinmenge um den *AFR*-Wert zu erreichen. Bei weniger Füllgrad wird die Benzinmenge entsprechend reduziert.

Die VE-Werte sind in Prozent angegeben. Ein Zylinder kann mehr als 100% mit Gas gefüllt werden, warum? Ein Gasgemisch kann auch komprimiert werden (z.B. durch Turbo/Kompressor). Da die Ventile auch eine mehr oder weniger kleine Überschneidung haben (Einlass und Auslass gleichzeitig offen) kann noch weiteres Gasgemisch in den Verbrennungsraum strömen während die alten Gase in den Auspuff gelangen, da Gase träge sind. Der größtmögliche Füllgrad wird bei etwa 2000 - 4500 Umdrehungen/min und einer Drosselklappenstellung von 40 - 80% erreicht. Ihr fragt euch sicher warum? Der Kolben (Kolbenringe) erzeugt beim Herunterfahren ein Vakuum, dass das Luft-Benzingemisch ansaugt. Dieses Vakuum ist am grössten beim *Cruisen*.

8.6 Grundlagen Timing (Zündzeitpunkt)

Im Zylinder wird das Luft-Benzingemisch (*AFR*) vom Kolben komprimiert. Genau wenn der Kolben am *OT* angelangt ist soll ein Funke das Gemisch zünden und zur Explosion bringen. Wird der Funke zu spät gezündet, dann spricht man von Spätzündung. Entgegengesetzt ist es bei der Frühzündung (einfach, oder?). Da nun aber ein wenig Zeit verstreicht bevor das Gemisch zündet, muss der Funke etwas früher gezündet werden. Bis das Gemisch dann explodiert sollte der Kolben genau im *OT* sein, um somit die grösstmögliche Kraft ausüben zu können. Je schneller der Kolben sich nach oben bewegt (Umdrehungen/min) und der Füllgrad des Zylinders zunimmt, muss der Funke früher gezündet werden. Die Vorzündung wird in Grad vor *OT* gemessen z.B.: 18° vor *OT*

9 Wie berechnet die Steuereinheit die Benzinmenge?

Es wird zunächst der Wert aus dem Schneidepunkt (x, y) der *VE*-Tabelle genommen. Mit dem gewünschten Gemischwert aus der *AFR*-Tabelle wird die Benzinmenge berechnet. Da aber der *VE*-Wert in der Tabelle vom Werk aus mit den originalen Komponenten gemessen wurde, stimmt dieser Wert auf einem Prüfstand nach jeglicher Änderung von Luftfilter, Auspuff, Nockenwelle, etc. nicht mehr und muss daher korrigiert und in die Tabelle zurück eingetragen werden. Dies geht aber nur über eine erneute Prüfstandmessung (mehrere Messungen sind in der Regel erforderlich).



10 Was ist eine Lambdasonde?

Im Prinzip mißt die Lambdasonde den Rest an Sauerstoffgehalt in den Abgasen und gibt einen vom Restsauerstoffgehalt abhängigen Spannungswert an die Steuereinheit weiter, damit diese das Luft-Benzingemisch (*AFR*) neu berechnet.



Abbildung 17: Lambdasonde

Es gibt Narrow-Band-Sensoren, die bei unseren Dynas der Baujahre 2006 und 2007 zum Einsatz kommen (können auch nachgerüstet werden). Narrow-Band-Sensoren (enger Bereich) können nur ein Luft-Benzingemisch zwischen 14,0 bis 14,8 messen. Somit sind diese nicht geeignet für Tuningmaßnahmen, da wir auf Werte von bis zu 12,5 gehen, um so mehr Leistung und Drehmoment zu erhalten, aber auch den Motor kühler zu betreiben (fetter = kühler)

Die Wide-Band-Sensoren (Breitband) werden an allen Prüfständen benutzt, da diese Luft-Benzingemischwerte zwischen 8 und 20 messen können. Diese Sensoren sind aber teurer als die Narrow-Band-Sensoren. Was lernen wir daraus? Die Lambdasonden sind in die Dynas der Baujahre 2006/2007 eingebaut worden, um ein Luft-Benzingemischwert von 14,6 messen zu können, da dieser Wert optimal für den Betrieb eines Katalysators ist. Hierbei werden aber luftgekühlte 4-Takt-Verbrennungsmotoren zu heiss und auch die Leistung ist nicht optimal. Besser ist ein Gemisch von unter 14,0, dabei darf aber nicht außer Acht gelassen werden, dass ein Gemischwert von unter 14 viel mehr *Co2*-Abgase produziert.

11 Was ist ein Close-Loop- oder Open-Mode-System?

Die Steuereinheit kennt zwei Betriebsmodi, den so genannten Closed-Loop-Modus (enger Kreis) sowie den Open-Mode-Modus (offen). Der erstgenannte Modus funktioniert nur, wenn Lambdasonden eingebaut sind. Diese messen die Abgase und regeln kleine Abweichungen des AFR von 14,6, damit dieser Wert so konstant wie nur möglich bleibt. Da dieser Wert nur für die Cruising-Fahrweise (Gleiten) gedacht ist und der Leerlauf sowie Vollgas nicht geregelt werden (Open mode), können diese mittleren Tuningmaßnahmen nicht mehr regeln.

Der Open-Mode funktioniert ohne Lambdasonden im Leerlauf (900 - 1200 U/min) und bei 85 % Vollgas (ab 5000 U/min).

Was lernen wir daraus? Wird mehr Luft in die Verbrennungsräume eingeströmt, was bei einem offenen Luftfilter (K&N usw.) der Fall ist, dann können die Lambdasonden nicht mehr regulieren.

12 Wie funktioniert ein Prüfstand?

Ein Prüfstand ist nichts anderes als die Simulation einer Fahrt auf der Strasse, der Autobahn, einem Berg usw., damit das Gemisch bei jeder Tourenzahl und Belastung optimal eingestellt werden kann. Wide-Band-Sensoren messen das Ergebnis des Mappings sowie das gewünschte AFR (Luft-Benzingemisch) direkt im Auspuff.

Warum wird ein Prüfstand benötigt? Da es sehr umständlich ist mit einem Computer und Wide-Band-Sensoren im Auspuff aus dem Stand bis zur Höchstgeschwindigkeit herumzufahren und wahrscheinlich dabei die geltende Strassenverkehrsordnung missachtet wird, ist der Prüfstand das Allheilmittel zur Einstellung neuer Mappings. Zudem werden nicht alle Gegebenheiten bezüglich Straßen- und Bergbeschaffenheiten in der benötigten Kürze ohne Prüfstand befahren werden können.



Abbildung 18: Prüfstandwalze

Der Prüfstand besteht aus einer Antriebswalze auf der das Hinterrad des Motorrades läuft (ähnlich wie auf dem Bremsenprüfstand für PKW beim TÜV, siehe auch Abbildung 18). Zur Sicherheit wird das Motorrad noch mit Riemen so fixiert, dass es nicht unkontrolliert von der Walze abrutschen kann. Nachdem die beiden Wide-Band-Sensoren positioniert wurden kann der Tuner (Prüfstandmeister) auf alle möglichen Geschwindigkeiten in sämtlichen Gängen beschleunigen und bei jeder möglichen Drehzahl die Belastung sowie das Gemisch messen und einstellen (Mapping).

13 Tuning von Harley Davidson TwinCam-Motoren

Es tauchen immer wieder Begriffe wie Stage 1 beim Tuning von Harley's auf. Was bedeutet Stage 1? Harley Davidson hat wegen der Lärm-, Emissions- und Umweltgesetze die Motoren für das Verändern/Tunen quasi *zugeschnürt*. Da aus diesem Grund nicht die volle Leistung und das maximale Drehmoment aus den Motoren abgerufen werden kann, sind einige Spezialisten auf die Idee gekommen, die den Motor einschränkenden Maßnahmen wieder zu entfernen. Traditionell wurde die erste Maßnahme Stage 1 benannt. Diese beinhaltet einen offenen Luftfilter und offene Schalldämpfer sowie eine Anreicherung des Luft-Benzingemisches (fetter). Dadurch erhalten die Motoren unserer Modelle einen Leistungszuwachs bis 10 PS bei den 2006er Modellen und bis zu 12 PS bei den 2007er Modellen. Der Drehmomentzuwachs liegt bei 6-8 Nm (2006), bzw. bei 8-10 Nm (2007). **Anmerkung:** Bei einem Stage 1 - 3 steigt der Benzinverbrauch ein klein wenig an, da das Bike ja fetter läuft als ab Werk.

13.1 Stage 2

Besteht aus Stage 1 + schärfere Nockenwelle (andere Ventilsteuerzeiten), Zylinderkopfbearbeitung und eine höhere Kompression entweder durch Verwendung spezieller Kolben oder anderer Zylinderköpfe.

13.2 Stage 3

Besteht aus Stage 1, 2 + grösseren Zylindern (Hubraumerweiterung), speziellen Ventildfedern und Ventilen, anderen Ansaugstutzen sowie anderen Düsen.

13.3 Stage 1 - Maßnahmen

Wir brauchen einen offenen Luftfilter, am besten einen der ein K&N-Filterelement beinhaltet. Je offener dieses Luftfilter-Kit ist desto besser kann der Motor „frei Atmen“. Das wichtigste Kit ist das ScreamingEagle Stage 1 Kit aber es sollte mit einen K&N-Luftfiltereinsatz (HD-0800) ausgestattet sein, da ansonsten dieses Kit nicht optimal abgestimmt ist.

Der K&N stage 1 Kit RK-3909

Der Big Sucker stage 1 Kit

Der Kuriakym Hypercharger

Wir brauchen noch einen offenen Auspuff. Prinzipiell ist eine 2in1-Auspuffanlage am besten. Die schlechteste Lösung sind Drag Pipes (einfach Rohre ohne Töpfe und Schalldämpfer). Ein gewisser Staudruck muss noch vorhanden sein, damit das Drehmoment nicht negativ beeinflusst wird. Kurze Auspufftüten empfehlen sich für ein gutes Drehmoment in höheren Drehzahlbereichen. Im Gegensatz hierzu empfehlen sich lange Auspufftüten für ein gutes Drehmoment in niedrigen Drehzahlbereichen.

13.4 Das Mapping

Jetzt kommt der wichtigste Teil dieser Tuning-Bibel, ohne den alle vorherigen Maßnahmen wenig bis nichts nützen würden.

Das Gemisch muss an die neu angebrachten und montierten Teile angepasst werden, also brauchen wir ein neues Mapping. Dazu gibt es mehrere Lösungen, die nachfolgend beschrieben sind:

- Harley-Davidson bietet Downloads (fixe *Maps* für genau definierte Komponenten von Screaming Eagle), diese können von jedem Harley-Händler aufgespielt werden, sind aber immer noch zu mager und lange nicht optimal. Die Kosten liegen bei etwa € 200, aber ich würde hiervon abraten
- die Firma Dynojet bietet einen so genannten Powercommander PC III usb. Hierbei handelt es sich um einen kleinen Computer, der auf die Steuereinheit installiert wird und die Signale von der Steuereinheit manipuliert. Die *Map* der Steuereinheit bleibt unangetastet, der PC III addiert oder subtrahiert nur die Benzinmenge von der originalen Map. Wird der PC III ausgebaut oder ist defekt, dann kann das Motorrad einfach im Originalmodus der Steuereinheit weiter betrieben werden. Der PC III muss aber für den optimalen Betrieb auch ein Mapping erhalten, dass auf dem Prüfstand getestet und eingestellt werden muss. Prüfstandkosten und Einbau liegen zusammen bei ca. € 500 (ohne PC III). Eine PC III-Map beinhaltet Prozentwerte, die von den Werten der Steuereinheit subtrahiert oder addiert werden.

Beispiel PC III Werte-Map:

Fuel Table 1					Ignition Table 1					
Engine Speed (RPM)	0		2	5	Throttle Position					
	500	0	0	0	10	20	40	60	80	100
	750	0	8	6	4	7	7	7	7	7
	1000	0	16	12	9	15	15	15	15	15
	1250	0	11	11	14	18	14	19	17	23
	1500	0	6	11	19	22	13	24	19	32
	1750	0	7	15	26	29	22	31	29	36
	2000	0	9	19	33	36	31	38	39	40
	2250	0	4	13	23	26	13	16	16	19
	2500	0	0	8	13	16	-4	-5	-7	-2
2750	0	0	7	16	15	2	1	0	2	
3000	0	0	7	19	15	8	7	7	7	
3250	0	0	6	24	28	18	13	12	12	
3500	0	0	5	30	42	29	19	18	17	
3750	0	0	2	30	45	31	25	24	28	
4000	0	0	0	30	49	33	31	31	40	
4250	0	0	0	21	43	31	28	32	38	
4500	0	0	0	13	37	29	25	33	37	
4750	0	0	0	6	31	28	25	27	31	
5000	0	0	0	0	26	27	26	22	25	
5250	0	0	0	0	22	27	24	20	23	
5500	0	0	0	0	18	27	23	19	21	
5750	0	0	0	0	15	26	23	16	20	
6000	0	0	0	0	12	25	23	13	20	

Abbildung 19: Beispiel PC III Werte-Map

- die Firma Screaming Eagle bietet einen Screaming Eagle Race Tuner (*SERT*) an. Dieses Gerät verändert direkt die *Maps* der Steuereinheit und wird anschließend einfach wieder entfernt. Es ist flexibler als der PC III, denn damit lassen sich auch andere Parameter wie Leerlauf, Drehzahlbegrenzer, Auspuffklappe (bei Modellen ab Baujahr 2007) sowie Luftfilterklappe (2006 und 2007), verändern. Ein Mapping muss aber auch auf einem Prüfstand vorgenommen werden. Prüfstandkosten ca. € 400 (ohne *SERT*).

Beispiel SERT Konstanten:

Item	Units	Setting
Engine Displacement	CID	88.5
Injector Size	gm/sec	3.89

RPM Limit
RPM Limit:

Knock Control
☒ Knock Control Enabled
☐ Knock Control Disabled

Abbildung 20: Beispiel SERT-Konstanten

- die Firma Zipper bietet eine neue Steuereinheit mit dem Namen Thundermax Autotune, die die originale Steuereinheit ersetzt. Diese Steuereinheit hat noch ein so genanntes Autotune Modul und wird mit zwei Wide-Band-Sensoren ausgeliefert. Damit bedarf es keinen Prüfstand mehr. Das Mapping wird während des Fahrens optimiert. Dies ist das zur Zeit beste System auf dem Markt. Kosten etwa € 800, aber die Prüfstandkosten in Höhe von € 400 entfallen.

Beispiel Map Fa. Zipper:

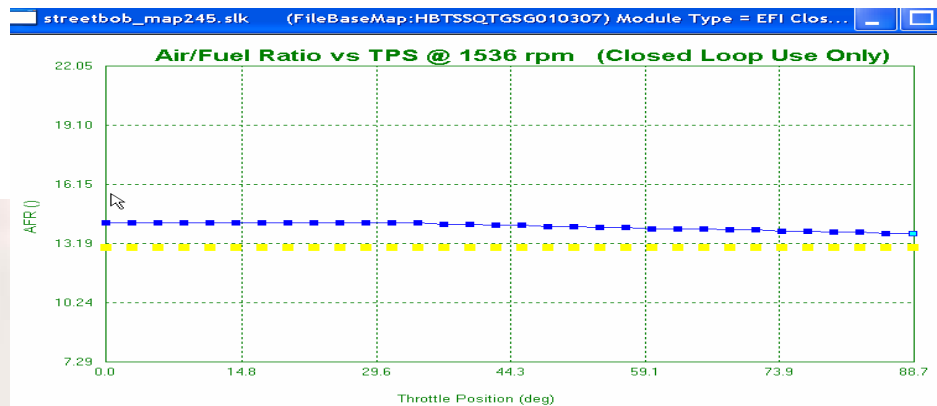


Abbildung 21: Beispiel Map Fa. Zipper

14 Fehlerspeicher und Fehler-Codes

Das Tachometer in der Konsole kann nicht nur die Geschwindigkeit und gefahrene Kilometer anzeigen, sondern auch Fehlerzustände vom Motor und den Fühlern als Fehler-Code (Buchstaben-Zahlen-Kombinationen) abspeichern. Wird ein Fehler erkannt, dann leuchtet die Motorlampe. Der Fehler wird dann im Tacho gespeichert und kann später ausgelesen werden. Es können mehrere Fehler im Fehlerspeicher gespeichert werden. Dieser beinhaltet einen Code für jeden Fehler, zB.: P0264

Diese Fehler-Codes bleiben bestehen auch wenn die Fehlerursache schon abgestellt/repariert wurde, können aber zu jeder Zeit gelöscht werden.

14.1 So wird der Fehlerspeicher ausgelesen

1. Run/Stop-Schalter auf *RUN*, Zündschalter auf *OFF*
2. Tachorückstellknopf gedrückt halten
3. Zündschalter auf *ON* drehen, warten bis „Diag“ im Display erscheint, anschließend Rückstellknopf loslassen und das *Selection Menue* erscheint
4. im Display erscheint nun das *Selection Menue (PSSPT)*, wird jetzt kurz der Rückstellknopf gedrückt, dann beginnt das erste „P“ zu blinken. Bei jedem weiteren kurzen Drücken blinkt der nächste Buchstabe (*S*, *SP*, *T*). Ist man beim letzten angekommen, würde beim nächsten Drücken der erste Buchstabe wieder beginnen zu blinken.

P	=	ECM / ICM (Electronic Control Module [<i>EFI</i>] / Ignition Control Module [<i>Carbureted</i>])
S	=	TSM / TSSM (Turn Signal Module / Turn Signal Security Module)
SP	=	Speedometer
T	=	Tachometer

Wird der Rückstellknopf nun ein wenig länger gedrückt, dann erscheinen die Fehler-Codes. Es können unter jedem weiter oben genannten Buchstaben Fehler-Codes abgespeichert sein.

Zum löschen des Fehlers den Rückstellknopf solange drücken bis „Clear“ im Display angezeigt wird.

Eine übliche Vorgehensweise ist es, zuerst die Fehler-Codes aufzuschreiben und anschließend diese zu löschen. Erscheint nach einer Fahrt der Fehler wieder, so sollte eine Fachwerkstatt aufgesucht werden.

14.2 Die einzelnen Fehler-Codes

Aktiv = Fehler der im Moment aktiv ist

Historisch = Fehler in der Vergangenheit aktiv

- 1 P0605 Aktiv ECM Schreibfehler 4.29 DTC P0603, P0605
- 2 P0605 Historischer ECM Schreibfehler 4.29 DTC P0603, P0605
- 3 P0603 Aktiv ECM EEPROM Fehler 4.29 DTC P0603, P0605
- 4 P0603 Historischer ECM EEPROM Fehler 4.29 DTC P0603, P0605
- 5 U1300 Aktiv ECM serielle Datenrate niedrig 4.12 Motor stirbt nach Start
- 6 U1301 Aktiv ECM serielle Datenrate unterbrochen / zu hoch 4.12 Motor stirbt nach start ab
- 7 U1300 Aktiv TSSM serielle Datenrate niedrig 4.12 Motor stirbt nach Start ab
- 8 U1301 Aktiv TSSM serielle Datenrate unterbrochen / zu hoch 4.12 Motor stirbt nach Start ab
- 9 U1300 Aktiv IM serielle Datenrate niedrig 4.12 Motor stirbt nach Start
- 10 U1301 Aktiv IM serielle Datenrate unterbrochen / zu hoch 4.12 Motor stirbt nach Start ab
- 11 U1064 Aktiv Verlust der TSM/TSSM seriellen Datenverbindung zum ECM 4.32 DTC U1064, U1255
- 12 U1016 Aktiv Verlust aller seriellen ECM TSSM Daten zum ECM 3.19 DTC U1016
- 13 U1096 Aktiv Verlust der IM seriellen Datenverbindung beim TSSM 3.20 DTC U1096, U1255
- 14 U1255 Aktiv Fehlende Rückmeldung beim TSSM 4.32 DTC U1064, U1255
- 15 U1064 Aktiv Verlust der TSM/TSSM seriellen Daten nach IM 2.15 DTC U1064, U1255
- 16 U1016 Aktiv Verlust aller ECM seriellen Daten beim IM 2.14 DTC U1016
- 17 U1255 Aktiv Fehlende Rückmeldung IM 4.33 DTC U1096, U1255
- 18 P1003 Aktiv System Relais Spule Kontakte offen 4.14 SYSTEM RELAY

- CHECK
- 19 P1002 Aktiv System Relais Spule hoch/kurzgeschlossen 4.14 SYSTEM RELAY CHECK
 - 20 P1001 Aktiv System Relais Spule offen/niedrig 4.14 SYSTEM RELAY CHECK
 - 21 P1004 Aktiv System Relais Kontakte geschlossen 4.14 SYSTEM RELAY CHECK
 - 22 P1009 Aktiv Inkorrektes Passwort 4.30 DTC P1 009, P1010
 - 23 P1010 Aktiv Fehlendes Passwort 4.30 DTC P1 009, P1010
 - 24 P0373 Aktiv CKP Sensor liefert unterbrochenes Signal 4.25 DTC P0373, P0374
 - 25 P0374 Aktiv CKP Sensor Synchronisierungsfehler 4.25 DTC P0373, P0374
 - 26 P0122 Aktiv TP Sensor offen/niedrige Signalstärke 4.23 DTC P0122, P0123
 - 27 P0123 Aktiv TP Sensor hoch 4.23 DTC P01 22, P0123
 - 28 P0107 Aktiv MAP Sensor offen/niedrig 4.20 DTC P01 07, P0108
 - 29 P0108 Aktiv MAP Sensor hoch 4.20 DTC P01 07, P0108
 - 30 P0117 Aktiv ET Sensor Spannung niedrig 4.22 DTC P01 17, P0118
 - 31 P0118 Aktiv ET Sensor offen/hoch 4.22 DTC P01 17, P0118
 - 32 P0112 Aktiv IAT Sensor Spannung niedrig low 4.21 DTCP0112, P0113
 - 33 P0113 Aktiv IAT Sensor offen/hoch 4.21 DTCP0112, P0113
 - 34 P1351 Aktiv Vordere Zündspule offen/niedrig 4.31 DTC P1351, P1352, P1354, P1355
 - 35 P1354 Aktiver Hintere Zündspule offen/niedrig 4.31 DTC P1351, P1352, P1354, P1355
 - 36 P1352 Aktiv Vordere Zündspule hoch/kurzgeschlossen 4.31 DTC P1351, P1352, P1354, P1355
 - 37 P1355 Aktiv Hintere Zündspule hoch/ kurzgeschlossen 4.31 DTC P1351, P1352, P1354, P1355
 - 38 P1357 Aktiv Zündaussetzer beim vordern Zylinder 4.19
 - 39 P1358 Aktiv Zündaussetzer beim hinteren Zylinder 4.19
 - 40 P0261 Aktiv Vorderes Einspritzventil offen/niedrig 4.24 DTC P0261, P0262, P0263, P0264
 - 41 P0263 Aktiv Hinteres Einspritzventil offen/niedrig 4.24 DTC P0261, P0262, P0263, P0264
 - 42 P0262 Aktiv Vorderes Einspritzventil hoch 4.24 DTC P0261, P0262, P0263, P0264
 - 43 P0264 Hinteres Einspritzventil hoch 4.24 DTC P0261 , P0262, P0263, P0264
 - 44 P0562 Aktiv Batteriespannung niedrig 4.28 DTC P0562, P0563
 - 45 P0563 Aktiv Batteriespannung hoch 4.28 DTC P0562, P0563
 - 46 P0501 Aktiv VSS Sensor niedrig 4.27 DTC P0501 , P0502



- 47 P0502 Aktiv VSS Sensor hoch 4.27 DTC P0501 , P0502
- 48 P1651 Aktiv Warnlampe für Motorstörung offen/niedrig 4.6 IM Selbstdiagnose
- 49 P1652 Aktiv Warnlampe für Motorstörung hoch 4.6 IM Selbstdiagnose
- 50 P1653 Aktiv Tachometer niedrig 4.6 IM Selbstdiagnose
- 51 P1654 Aktiv Tachometer hoch 4.6 IM Selbstdiagnose
- 52 P1356 Aktiv Keine Verbrennung hinterer Zylinder 4.19
- 53 P1353 Aktiver Keine Verbrennung vorderer Zylinder 4.19
- 54 P0444 Aktiv Kraftstoffentlüftung Ventilsteuerung offen/niedrig 4.26 DTC P0444, P0445
- 55 P0445 Aktiv Kraftstoffentlüftung Ventilsteuerung hoch 4.26 DTC P0444, P0445
- 56 P1481 Aktiv Kühlventilator Spannungsverlust am Relais 4.15
- 57 P1482 Aktiv Kühlventilator Relais Kurzschluss 4.15
- 58 P0505 Aktiv Verlust der Leerlaufdrehzahlkontrolle 4.17
- 59 B1135 Aktiv TSM/TSSM Einheit Fehler 3.18 DTC B1 135 austauschen
- 60 B1134 Aktiv Anlasserausgang hoch 3.17 DTC B1 134 Anlasserrelais oder TSM/TSSM
- 61 B1121 Aktiv Blinker Links Ausgang Fehler 3.14
- 62 B1122 Aktiv Blinker Rechts Ausgang Fehler 3.14
- 63 B0563 Aktiv Batteriespannung hoch 3.15 DTC B0563
- 64 B1131 Aktiv Alarmanlage Ausgang niedrig 3.16 DTC B1131.B1132
- 65 B1132 Aktiv Alarm Ausgang hoch 3.16 DTC B1131.B1132
- 66 B1141 Aktiv Zündschalter offen/niedrig 3.14 Blinkersignalfehler
- 67 B1003 Aktiv IM interner Fehler 2. 10 DTC B1 003
- 68 B1004 Aktiv Tankfüllstandssensor niedrig 2.11 DTC B1004/B1005
- 69 B1005 Aktiv Tankfüllstandssensor offen/hoch 2.11 DTC B1004/B1005
- 70 B1006 Aktiv Überspannung in der Instrumentenkonsole 2.12 DTC B1006/B1007
- 71 B1007 Aktiv Überspannung des Zündungsstromkreises in der Instrumentenkonsole 2.12 DTC B1006/B1007
- 72 B1008 Aktiv Tageskilometer-Rückstellknopf „hängt“ 2.13 DTC B1 008
- 73 U1300 Historisch ECM I/O Datenrate niedrig 4.12 Motor stirbt nach Start ab
- 74 U1301 Historisch ECM I/O Datenverbindung unterbrochen / kurzgeschlossen 4.12 Motor stirbt nach Start ab
- 75 U1300 Historisch TSSM I/O Datenrate niedrig 4.12 Motor stirbt nach Start ab
- 76 U1301 Historisch TSSM I/O Datenverbindung unterbrochen / kurzgeschlossen 4.12 Motor stirbt nach Start ab
- 77 U1300 Historisch IM I/O Datenrate niedrig 4.12 Motor stirbt nach Start
- 78 U1301 Historisch IM I/O Datenverbindung unterbrochen/kurzgeschlossen

- 4.12 Motor stirbt nach Start ab
- 79 U1064 Historisch Signalverlust zwischen TSM/TSSM und ECM 4.32 DTC U1064, U1255
- 80 U1016 Historisch Verlust aller seriellen ECM Daten am TSSM 3.19 DTC U1016
- 81 U1096 Historisch Ausfall Datenübertragung zwischen IM und TSSM 3.20 DTC U 1096, U1255
- 82 U1255 Historisch fehlende Rückmeldung am TSSM 4.32 DTC U1064, U1255
- 83 U1064 Historisch Verlust der TSM/TSSM seriellen Daten am IM 2.15 DTC U1064, U1255
- 84 U1016 Historisch Verlust aller ECM seriellen Daten am IM 2.14 DTC U1016
- 85 U1255 Historisch fehlende Rückmeldung am IM 4.33 DTC U1 096, U1 255
- 86 P1003 Historisch Systemrelais Kontakte offen 4.14
- 87 P1002 Historisch Systemrelais Spule hoch/kurzgeschlossen 4.14
- 88 P1001 Historisch Systemrelais Spule offen/niedrig 4.14
- 89 P1004 Historisch Systemrelais Kontakte geschlossen 4.14
- 90 P1009 Historisch falsches Passwort 4.30 DTC P1 009, P1010
- 91 P1010 Historisch fehlendes Passwort 4.30 DTC P1 009, P1 010
- 92 P0373 Historisch CKP Sensorsignal hat Unterbrechungen 4.25 DTC P0373, P0374
- 93 P0374 Historisch CKP Sensorsignal Synchronisierungsfehler 4.25 DTC P0373, P0374
- 94 P0122 Historisch TP Sensor offen/niedrig 4.23 DTC P01 22, P0123
- 95 P0123 Historisch TP Sensor high/kurzgeschlossen 4.23 DTC P01 22, P0123
- 96 P0107 Historisch MAP Sensor offen/niedrig 4.20 DTC P01 07, P0108
- 97 P0108 Historisch MAP Sensor hoch 4.20 DTC P01 07, P0108
- 98 P0117 Historic ECT (Motortemp.) Sensor Spannung niedrig 4.22 DTC P01 17, P0118
- 99 P0118 Historisch ECT (Motortemp.) Sensor offen/Kurzschluss 4.22 DTC P01 17, P0118
- 100 P0112 Historisch IAT Sensor Spannung niedrig 4.21 DTCP0112, P0113
- 101 P0113 Historisch IAT Sensor offen/Kurzschluss 4.21 DTCP0112, P0113
- 102 P1351 Historisch Vorderes Einspritzventil Spule offen/niedrig 4.31 DTC P1351, P1352, P1354, P1355
- 103 P1354 Historisch Hinteres Einspritzventil Spule offen/niedrig 4.31 DTC P1351, P1352, P1354, P1355
- 104 P1352 Historisch Vorderes Einspritzventil Spule hoch/Kurzschluss 4.31 DTC P1351, P1352, P1354, P1355
- 105 P1355 Historisch Hinteres Einspritzventil Spule hoch/Kurzschluss 4.31

- DTC P1351, P1352, P1354, P1355
- 106 P1357 Historisch Verbrennungs-/Zündaussetzer beim vorderen Zylinder 4.19
- 107 P1358 Historisch Verbrennungs-/Zündaussetzer beim hinteren Zylinder 4.19
- 108 P0261 Historisch Vorderes Einspritzventil offen/niedrig 4.24 DTC P0261 , P0262, P0263, P0264 (rein elektrisch)
- 109 P0263 Historisch Hinteres Einspritzventil offen/niedrig 4.24 DTC P0261 , P0262, P0263, P0264 (rein elektrisch)
- 110 P0262 Historisch Vorderes Einspritzventil Kurzschluss 4.24 DTC P0261, P0262, P0263, P0264
- 111 P0264 Historisch Hinteres Einspritzventil Kurzschluss 4.24 DTC P0261, P0262, P0263, P0264
- 112 P0562 Historisch BatterieSpannung niedrig 4.28 DTC P0562, P0563
- 113 P0563 Historisch Batteriespannung hoch, Spannungsregler Lichtmaschine 4.28 DTC P0562, P0563
- 114 P0501 Historisch VSS Sensor niedrig 4.27 DTC P0501 , P0502
- 115 P0502 Historisch VSS Sensor hoch 4.27 DTC P0501.P0502
- 116 P1651 Historisch Warnlampe für Motorstörung offen/niedrig 4.6 IM Selbstdiagnose
- 117 P1652 Historisch Warnlampe für Motorstörung hoch/Kurzschluss 4.6 IM Selbstdiagnose
- 118 P1653 Historisch Tachometer niedrig 4.6 IM Selbstdiagnose
- 119 P1654 Historisch Tachometer hoch 4.6 IM Selbstdiagnose
- 120 P1356 Historisch Zündaussetzer beim hinteren Zylinder 4.19
- 121 P1353 Historisch Zündaussetzer beim vorderen Zylinder 4.19
- 122 P0444 Historisch Kraftstoffentlüftung Ventilsteuerung offen/niedrig 4.26 DTC P0444, P0445
- 123 P0445 Historisch Kraftstoffentlüftung Ventilsteuerung hoch 4.26 DTC P0444, P0445
- 124 P1481 Historisch Kühllüfter Ausgang offen/niedrig 4.15
- 125 P1482 Historisch Kühllüfter Ausgang hoch 4.15
- 126 P0505 Historisch Verlust der Leerlaufdrehzahlkontrolle 4.17
- 127 B1135 Historisch Fehler Beschleunigungsmesser, TSM/TSSM Einheit 3.18 DTC B1 135
- 128 B1134 Historisch Starterrelais Ausgang hoch/Kurzschluss 3.1 7 DTC B1 134
- 129 B1121 Historisch Fehler Blinker links 3.14
- 130 B1122 Historisch Fehler Blinker rechts 3.14
- 131 B0563 Historisch Batteriespannung hoch, Spannungsregler Ladegerät 3.15 DTC B0563
- 132 B1131 Historisch Alarm Ausgang niedrig 3.16 DTC B1131, B1132

- 133 B1132 Historisch Alarm Ausgang hoch 3.16 DTC B1131, B1132
- 134 B1141 Historisch Zündschloss offen/niedrig 3.14 TURN SIGNAL ERRORS
- 135 B1003 Historisch IM interner Fehler 2. 10 DTC B1 003
- 136 B1004 Historisch Tankfüllstandssensor niedrig 2.11 DTCB1004/B1005
- 137 B1005 Historisch Tankfüllstandssensor offen/Kurzschluss 2.11
DTCB1004/B1005
- 138 B1006 Historisch Überspannung in der Instrumentenkonsole
2.12DTCB1006/B1007
- 139 B1007 Historisch Überspannung des Zündungsstromkreises in der
Instrumentenkonsole 2.12DTCB1006/B1007
- 140 B1008 Historisch Tageskilometer-Rückstellknopf „hängt“ 2.13 DTC B1008

15 Nachtrag

Ich hoffe, dass ihr einen kleinen Einstieg und Einblick in das Motor-Tuning von Harley Davidson-Motoren bekommen habt und dass ihr jetzt ein wenig mehr von der Funktionsweise eines modernen, elektronischen Einspritzsystems versteht.

16 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Erster Takt.....	5
Abbildung 2: Zweiter Takt.....	6
Abbildung 3: Dritter Takt.....	7
Abbildung 4: Vierter Takt.....	7
Abbildung 5: Beispiel Kerzenbild.....	8
Abbildung 6: Beispiel eines optimalen Kerzenbildes	9
Abbildung 7: Beispiel Kerzenbild bei zu fettem Gemisch.....	10
Abbildung 8: Beispiel Kerzenbild bei zu magerem Gemisch.....	10
Abbildung 9: Beispiel Kerzenbild Zündzeitpunkt	10
Abbildung 10: HD-Pleuel.....	12
Abbildung 11: Schaltplan Einspritzsystem und Zündung.....	13
Abbildung 12: Schaubild Erzeugung des Luft-Benzingemisches.....	13
Abbildung 13: VE-Map.....	14
Abbildung 14: Timing-Map	15
Abbildung 15: AFR-Map.....	15
Abbildung 16: Anschlußschaubild PC-Dongle-ECM.....	16
Abbildung 17: Lambdasonde	19
Abbildung 18: Prüfstandwalze	20
Abbildung 19: Beispiel PC III Werte-Map	23
Abbildung 20: Beispiel SERT-Konstanten	23
Abbildung 21: Beispiel Map Fa. Zipper.....	24