

## **WAS IST „Closed Loop“ EIGENTLICH ? :**

Der Begriff „closed loop“ stammt aus der Regeltechnik und beschreibt einen geschlossenen Regelkreis mit Vergleich zwischen Soll – und Istwert.

Beim Motorrad bedeutet das, dass das Lambda nach der werksseitig verbauten Lambdasonde immer auf  $\lambda = 1$  geregelt wird, egal was in der Einspritz-Map steht. Das ist auch der Fall, wenn PowerCommander o.ä. eingesetzt werden – in diesem Bereich ist die Einspritz-Map egal. Auch eine vernünftige Abstimmung auf dem Prüfstand ist in diesem Bereich nicht möglich.

Der „closed Loop“ Bereich ist nicht bei allen Motorrädern gleich, sondern hängt vom Motor ab. Oftmals ist er jedoch in den Gängen 4 bis 6, jeweils im 1. Drittel des Drehzahlbereiches bei bis zu ~ 50% Gasgriffstellung zu finden. Aber wie gesagt, das ist fahrzeugspezifisch.

Diese closed loop Regelung setzt auch nur bei Konstantfahrt ein, d.h. beim beschleunigen und bremsen läuft die Einspritzung nach Map.

## **WARUM WIRD DER „closed loop“ VON DEN HERSTELLERN VERBAUT / PROGRAMMIERT ?**

Aus Homologationsgründen. D.h. die Hersteller müssen, um eine EU-Zulassung zu bekommen, in einem bestimmten genormten Fahrzyklus in verschiedenen Lastbereichen vorgegebene Abgas – und Geräuschgrenzwerte einhalten. Bei Otto-Motoren ist das sogenannte stöchiometrischen Gemisch  $\lambda = 1$ , das entspricht einem Luft / Kraftstoff-Gemisch (AFR = Air Fuel Ratio) von 14,68 : 1. Dort ist die theoretisch vollständige Verbrennung und der „günstigste“ Schadstoffausstoß. Die serienmäßig eingesetzten Lambdasonden sind sog. Schmalbandsonden und können nur erkennen, ob das AFR größer oder kleiner 14,68 ist und geben diese Information an das Steuergerät weiter. Dieses „schaut“ dann, ob sich das Fahrzeug gerade in dem relevanten Bereich befindet, und regelt gegebenenfalls das Gemisch auf AFR = 14,68.

## **UND WO IST JETZT DAS PROBLEM ?**

Das eigentliche Problem ist, dass bei  $\lambda = 1$  (AFR = 14,68) die Motoren viel zu mager laufen. Das resultiert in mangelnder Leistung, fehlendem Drehmoment und bei vielen Motorrädern auch in dem sehr unangenehmen Magerruckeln. Außerdem ist die Gasannahme nach Konstantfahrt oft verzögert, manche Motorräder „verschlucken“ sich dann sogar. I.d.R. liegt der für den Motor optimale Bereich bei einem AFR zwischen 13,0 und 13,8.

## **Was kann man tun um diese Probleme zu lösen ?**

Es gibt die verschiedensten Lösungen, bei deren Aufzählung ich hier keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebe.

### 1) Der Lambda-Ersatzstecker:

Dieser Stecker wird anstelle der Lambdasonde angeschlossen und soll eine angeschlossene Lambdasonde mit  $\lambda = 1$  simulieren. Das funktioniert bei den meisten aktuellen Motorrädern aber nicht mehr, da das Steuergerät plausible wechselnde Signale von der Lambdasonde erwarten. Meistens wird dann kein Fehler ausgegeben, sondern bei Konstantfahrt magert der Motor immer weiter ab oder fettet immer weiter an, was beides bis zum absterben des Motors gehen kann.

FAZIT : Bei den Motorrädern, wo dieser Stecker noch funktioniert ist der Stecker das Mittel der Wahl, weil verhältnismäßig günstig (ca. € 20.-). Allerdings muss zum an fetten des Gemisches zusätzlich ein Einspritzmodul (z.B. PowerCommander, Bazzaz, o.ä.) verbaut werden.

2) „Lambda Optimizer“ und ähnliche Geräte:

Diese Geräte gibt es in 2 Varianten. Geräte welche zwischen Steuergerät und Lambdasonde gesteckt werden, und Geräte welche anstelle der Lambdasonde angeschlossen werden.

Letztere geben ein Wechselsignal (wie eine Lambdasonde) an das Steuergerät, und versuchen mit dem Signalverhältnis zwischen Signal „zu mager“ und Signal „zu fett“ ein Fetteres Gemisch zu erzeugen.

Die Geräte zwischen Lambdasonde und Steuergerät „analysieren“ die Signale der Sonde und geben dem Steuergerät ein errechnetes Signal aus, welches das Steuergerät zum an fetten des Gemisches bringen soll.

Beide Varianten können das Gemisch zwar tendenziell an fetten, aber kein stabiles AFR gewährleisten. Das Problem bei diesen Geräten ist, dass sie, weil kein echtes Lambda gemessen wird, nicht regeln können. Abgasmessungen bei Motorrädern mit solchen Geräten zeigen, dass das AFR im „closed loop“-Bereich sehr stark schwankt.

FAZIT : Diese Variante kann als günstig, einigermaßen funktionierend, aber nicht als gut betrachtet werden.

### 3) „Closed-Loop-Eliminator“ MODULE MIT EIGENER SONDE UND REGELUNG:

Diese Module messen mit einer eigenen BREITBAND-LAMBDA-SONDE das aktuelle Luft / Kraftstoff Gemisch, und geben entsprechend dem Messergebnis ein entsprechendes Signal an das Motorsteuergerät. In der Regel lässt sich bei diesen Modulen das gewünschte Gemisch einstellen.

Die erwähnte Breitbandsonde ist im Gegensatz zu den serienmäßig verbauten Schmalbandsonden in der Lage, das tatsächliche Lambda zu messen, und nicht wie Schmalbandsonden nur um den Wert  $\lambda=1$  herum zu schalten.

Diese Art von Geräten gewährleistet im „closed loop“-Bereich ein sehr stabiles Luft / Kraftstoff Gemisch.

FAZIT : Diese Lösung ist zwar die teuerste, aber dafür liefert sie ein perfektes Ergebnis. Die Kosten relativieren sich aber schnell dadurch, dass keine weiteren Geräte wie Einspritzmodule oder Autotune benötigt werden. Diese Geräte können völlig selbstständig und unabhängig arbeiten. Auch das Vorhandensein eines Einspritzmoduls stellt i.d.R. kein Problem dar.

Erwähnt sei hier auch noch, dass es für Motorräder, welche schon mit PowerCommander und Autotune ausgerüstet sind, diese Art von Modulen als Ergänzung zum Dynojet Autotune gibt. Bei diesen Modulen entfällt die eigene Lambdasonde, da hier die Messwerte des Autotune abgegriffen werden, was die Kosten für solch ein Modul reduziert.