

AUTOTUNE

Höher, schneller, weiter. Und dann geht ein bisschen was immer noch. Herr Penner hat einen willigen Gehilfen gefunden, mit dem er in die Tuning-Abgründe moderner Einspritzanlagen hinabgestiegen ist. Das Beispiel einer **KAWASAKI ZZR 1400 ist nicht unbedingt legal, aber drecksschnell. Lesen Sie selbst**

TEXT: ULF PENNER FOTOS: MIO-FOTOGRAFIE.DE, WERK, PENNER

Heute geht es um Möglichkeiten, das Gemisch zu optimieren. Und zwar um Möglichkeiten, von denen ich vor ein paar Jahren höchstens zu träumen gewagt habe. Beginnen wir mit einer recht langen Einleitung:

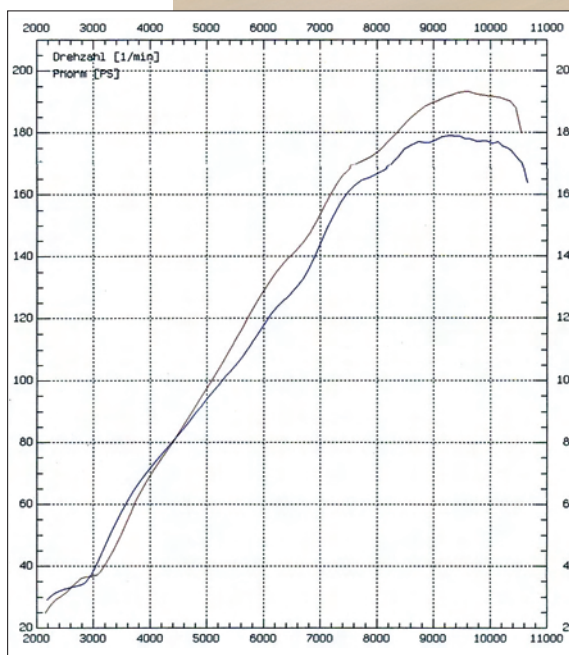
Axel fährt Motorrad, weil er gerne sehr schnell fährt. In der Vergangenheit hat er das mit einer getunten Kawasaki ZZR 1200 getan (siehe MO 5/2007). Nach einem kurzen Umweg über BMW ist er nun wieder zuhause. Auch sein neuester Speedbomber ist von Kawasaki und heißt ZZR 1400. Kollege Gleich wird an dieser Wahl nichts auszusetzen haben. Der stellvertretende Chefredakteur hat jetzt wahrscheinlich gerade leicht hochgezogene Augenbrauen.

Eine serienmäßige 1400er haben wir mit 180 PS an der Kupplung gemessen. Dazu kommen eine ausgefeilte Aerodynamik und ein effektives Ram-Air, so dass sie es unter guten Bedingungen und mit etwas Anlauf schafft, bei 296 (nach GPS) in den Begrenzer zu laufen. Die Motorradindustrie hat es mal wieder fertiggebracht, ohne Not und in vorauseilendem Gehorsam sogenannte Speed Cutter einzubauen, die verhindern, dass ein Motorrad schneller als 299 fahren kann. Mich erinnert das an die Verkniffenheit der frühen neunziger Jahre, als die deutschen Importeure kein Motorrad mit mehr als 100 PS auslieferten. Die ganze Aktion war auch damals schon vollkommen widernatürlich und wurde entsprechend von der Zeit bestraft. Okay, das ist ein anderes Thema.

Nun sind ja auch 296 schon ganz nett, aber der Geschwindigkeitsabhängige denkt ja nicht nur an sich, sondern auch an andere. Er weiß, dass da draußen einige Jungs unterwegs sind, die noch schneller können. Erste Hilfe bringen Maßnahmen, die den Begrenzer außer Kraft setzen. Hier reicht die Palette der Möglichkeiten vom einfachen Abklemmen des Sensors am Getriebeausgang bis zum Elektronikkästchen, das die Drossel außer Kraft setzt, ohne den Tacho stillzulegen. Im Fall der ZZR 1400 reicht die Leistung allerdings nicht mehr aus, eine deutlich höhere Toppspeed zu erzielen. Aber dagegen gibt es ja was von Akrapovic. Axel hat der Kawa eine Komplettanlage dieses Herstellers spendiert und – wo er schon mal dabei war – die Sekundär-Drosselklappen entfernt. Diese Klappen sitzen hinter den vom Gasgriff gesteuerten Drosselklappen, bekommen ihre



Das Autotune.
Manchmal sind es die kleinen Dinge, die das Leben schöner machen



Ausgangsbasis: Serie (unten) und ZZR mit entfernten Klappen und Akrapovic-Komplettanlage

Befehle von der ECU und haben die Aufgabe, bei der Fahrgeräuschmessung helfend einzugreifen. Ansonsten sind sie hauptsächlich damit beschäftigt, den Gasstrom zu behindern. Den Ausbau darf man deshalb getrost als lässliche Sünde ansehen. Nach der OP kam die ZZR auf den Prüfstand und hat 193 PS gedrückt. Den Vergleich mit der Serienkurve seht Ihr links unten im Leistungsdiagramm.

13 PS mehr. Das war schon ein großer Schritt nach vorne. Ab 4500/min sah es sehr schön aus. Allerdings war das Loch bei 3000 immer noch vorhanden, und im Teillastbereich lief der Motor wie ein Sack Nüsse. Da, wo vorher die Sekundärklappen die Luftmenge reduziert hatten, stimmte das Gemisch überhaupt nicht mehr. Das kam allerdings für alle Beteiligten nicht besonders überraschend und der nächste Schritt war der Einbau eines Powercommanders (im Folgenden zur Abwechslung und wegen der angenehmen Kürze auch PC genannt), mit dem sich die Einspritzung umprogrammieren lässt.

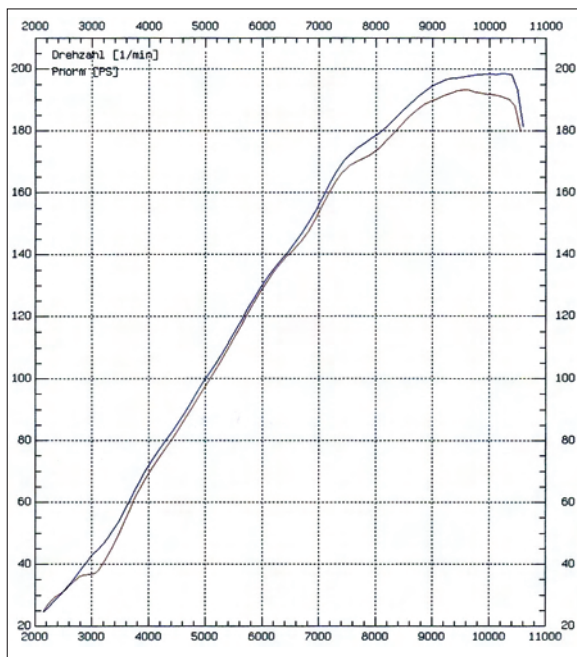
**Neueste Generation:
Powercommander 5,
der Nachfolger des
legendären PC3**



Die meisten Arbeiten hat Axel übrigens selber erledigt. Ich habe die Aktion hauptsächlich moralisch und als Chronist begleitet. Wir haben das neueste Modell, den PC5, bestellt. Er ist der Nachfolger des legendären PC3 USB und kann noch ein bisschen mehr. So ist er zum Beispiel in der Lage, gangabhängige Maps zu speichern.



**Zoom-Effekt: Vor zwei Sekunden
noch ein kleiner Punkt im Rückspiegel. Die
Kawasaki ZZR 1400 in ihrem Element**



Autotune wirkt: Das 3000er Loch war komplett verschwunden und die Leistung ist über das gesamte Drehzahlband gestiegen

Er ist auch wesentlich kleiner als sein Vorgänger, was in manchen Motorrädern ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist. Auf der beiliegenden CD fand sich ein Kennfeld, das genau auf diese Auspuffanlage abgestimmt war. Nun habe ich in der Vergangenheit die Erfahrung gemacht, dass diese Maps nicht immer ganz überzeugend funktionierten, aber in unserem Fall war das Ergebnis eindeutig: 198 statt 193 PS. Und nicht nur das. Das 3000er-Loch ist komplett verschwunden und die Motorleistung

Das Zusatzmodul erkennt über eine Breitbandsonde die Gemischzusammensetzung

praktisch über das gesamte Drehzahlband gestiegen. Das oben gezeigte Diagramm bildet aber nur die Volllastkurve ab. Wegen der fehlenden Sekundärklappen, auf die das Map nicht vorbereitet war, gab es immer noch den im Teillastbereich viel zu mager laufenden Motor.

KOMMEN WIR ZUM HELDEN DER GESCHICHTE

Das Autotune. Es hält sich hartnäckig das Gerücht, ein Motorrad mit Lambdasonde könnte gar nicht zu mager oder zu fett laufen, weil die Sonde permanent das Gemisch überwacht, die Werte an die ECU meldet und diese regelnd eingreift. Prinzipiell ist dieser Gedanke zwar durchaus richtig (dazu gleich mehr), aber im wirklichen Leben sieht es – leider – etwas anders aus. Zum einen ist die gemeine Serien-Lambdasonde mit stark abweichenden Werten hoffnungslos überfordert, weil sie einen schmalen Messbereich hat, zum anderen verarbeitet das Steuergerät ihre Signale nur in einem begrenzten Teil des Kennfelds.

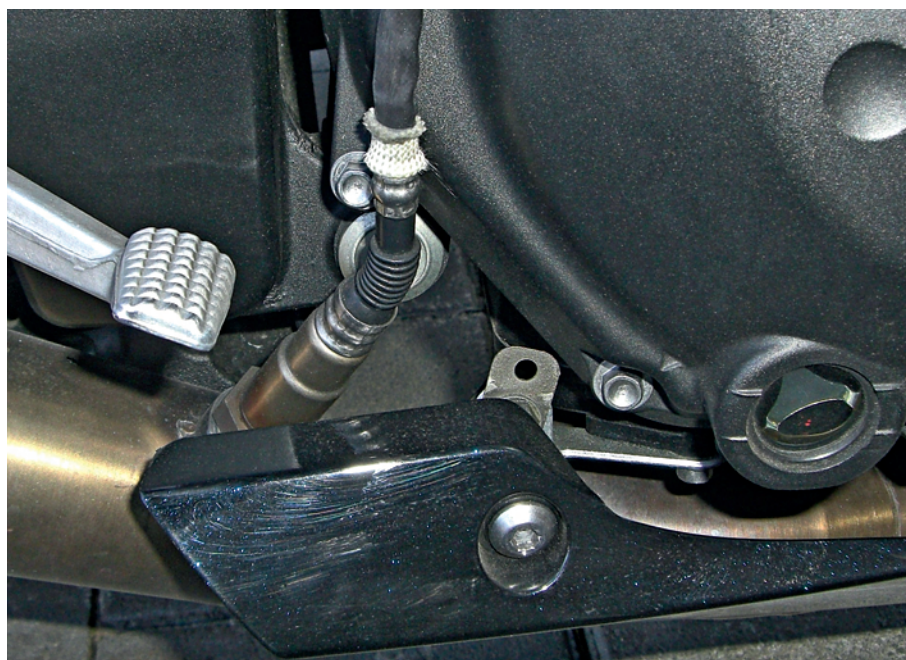
Bisher hat man sich in solchen Fällen damit beholfen, mit einer Breitbandlambdasonde die Gemischzusammensetzung zu analysieren. Dafür sind langwierige Fahrversuche mit einem Aufzeichnungsgerät erforderlich, und anschließend ist man noch einige Zeit damit beschäf-

tigt, die Daten auszuwerten und per Hand in ein neues Kennfeld umzusetzen. Einfacher und wesentlich schneller geht es mit speziellen Prüfständen, die in der Lage sind, nach mehreren Läufen mit verschiedenen Drosselklappenöffnungen ein neues Mapping zu erstellen, das vom Computer des Prüfstands direkt auf den Powercommander übertragen wird. Hier gibt es die Einschränkung, dass ein Prüfstandslauf reale Fahrzustände nicht hundertprozentig abbilden kann. So kommt es zwar schon zu sehr guten Ergebnissen, aber ein wirklich perfektes Resultat ist nicht möglich.

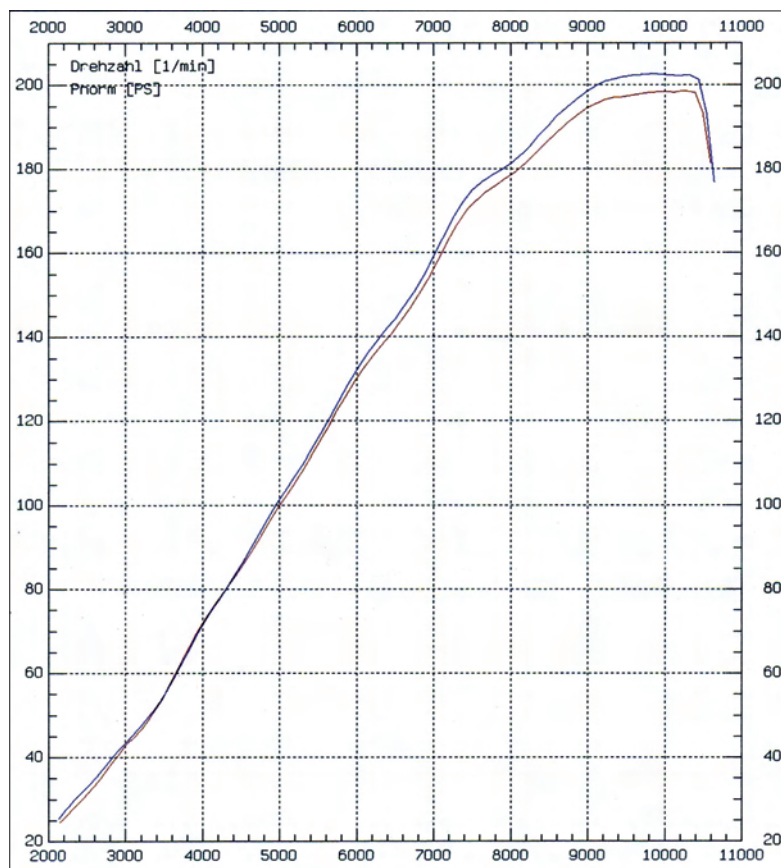
In den letzten Jahren sind immer mehr Geräte aufgetaucht, die eine durchgehende Lambdaregelung im Fahrbetrieb erlauben. Da konnte Dynojet, der Hersteller des Powercommanders, nicht länger zurückstehen und hat das Autotune herausgebracht. Dieses Zusatzmodul erkennt über eine Breitbandsonde während der Fahrt die Gemischzusammensetzung. Die Sonde wird zusammen mit dem Autotune geliefert und muss im Krümmer angebracht werden. Die während der Fahrt gewonnenen Daten werden über das Autotune an den Powercommander weitergeleitet und der schreibt innerhalb

Auto Tune - Target AFR - Cylinder 1,2,3,4 - Gear 1										
	Throttle Position (%)									
	0	2	5	10	15	20	40	60	80	100
4500	0	13.2	13.4	13.6	13.6	13.6	13.3	13.2	13.2	13.2
4750	0	13.2	13.4	13.6	13.6	13.6	13.3	13.2	13.2	13.2
5000	0	13.2	13.4	13.6	13.6	13.6	13.3	13.2	13	13
5250	0	13.2	13.4	13.6	13.6	13.6	13.3	13.2	13	13
5500	0	13.2	13.4	13.6	13.6	13.6	13.3	13.2	13	13
5750	0	13.2	13.2	13.4	13.4	13.4	13.3	13.2	13	13
6000	0	13.2	13.2	13.4	13.4	13.4	13.3	13.2	13	13
6250	0	13.2	13.2	13.2	13.4	13.4	13.2	13.2	13	13
6500	0	13.2	13.2	13.2	13.4	13.4	13.2	13.2	13	13
6750	0	13.2	13.2	13.2	13.4	13.4	13.2	13.2	13	13
7000	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13	13
7250	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13	13
7500	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13	13
7750	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13	13
8000	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13	13
8250	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13	13
8500	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13	13
8750	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13	13
9000	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.1	13	13
9250	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.1	13	13
9500	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.1	13	13
9750	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.1	13	13
10000	0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.1	13	13

Kennfeld: Bei höheren Drehzahlen und Volllast fette 13,0 im unteren Teillastbereich auch mal etwas sparsamere 13,6



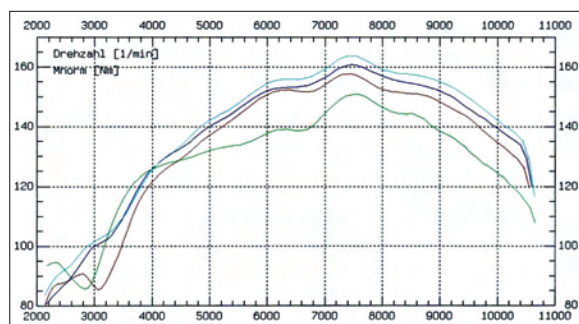
Abgasschnüffler: Die Breitbandsonde wird einfach gegen das Originalteil getauscht. Den Unterschied erkennt allenfalls die Entwicklungsscrew von Herrn Bosch



Nach den letzten Abstimmfahrten packte der Motor die magische 200-PS-Latte

weniger Sekunden ein neues Kennfeld. Dabei richtet er sich nach den vom Autotune vorgegebenen AFR-Werten. AFR bedeutete Air Fuel Ratio und beschreibt das Verhältnis von Luft zu Benzin. 14,7 Teile Luft auf ein Teil Benzin ist als Lambda 1 definiert. Das Autotune geht in der Werkseinstellung auf ein acht bis 13 Prozent fetteres, leistungsförderndes Gemisch, also auf 13,6 bis 13,0. Auf der Nachbarseite zeigen wir so ein typisches AFR-Kennfeld. Das hörte sich theoretisch schonmal ganz gut an, in der Praxis funktionierte es sogar noch besser.

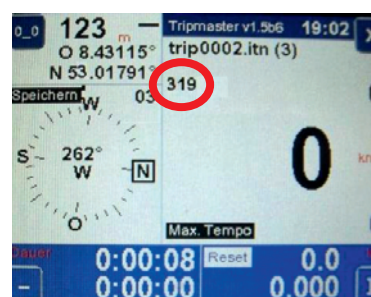
Gleich nach den ersten Kilometern berichtete Axel von einem deutlich spürbaren Effekt, der sich jedes Mal einstellte, wenn sich eine bestimmte Fahrsituation wiederholte. Beim Konstantfahren war das Eingreifen der Regelung sogar direkt zu spüren. 200 Kilometer später war er restlos begeistert. Der Motor hing jetzt überall perfekt am Gas und lief seidenweich. Obwohl Axel schon mal einer von denen ist, die sagen „Jaaa, der ging eigentlich ganz gut, aber bei 5400/min, da war mir irgendwie



Drehmomentvergleich: Schauen wir uns den Bereich oberhalb von 4500/min an: Ganz unten die Serie, schon deutlich darüber die Kurve mit Akrapovic-Anlage, dann mit PC5 und ganz oben nach der Autotune-Abstimmung. Das läppert sich

so, als könnte da vielleicht doch noch ein bisschen...“, fiel ihm dieses Mal nichts ein. Ein sehr gutes Zeichen. Ich habe mich natürlich mitgefremt und die Kawasaki wieder auf den Prüfstand gestellt. Neben an ist das Ergebnis zu sehen. Passend dazu ist ganz unten links der zusammenfassende Drehmomentvergleich aller Messungen abgedruckt.

Womit wir in die Analyse einsteigen können: Zwischen 3200 und 4000/min lief der Motor mit dem Serienauspuff am besten. Es ist durchaus möglich, dass er damit auch unterhalb von 3200/min vorne gewesen wäre, wenn wir schon dort den Powercommander eingesetzt hätten. Haben wir aber nicht. Von 4000/min bis zum Begrenzer ist das Ergebnis eindeutig. Hier spielt die Akrapovic ihre Stärke aus. Sie hat übrigens eine ABE, und wir haben die Messungen mit dB-Eater gemacht. Dazu kommen dann nochmal satte zehn PS vom optimierten Kennfeld. Der hübsche Kinken bei 7500/min stammt aus einer Resonanz im Ansaugbereich und darf bleiben. Die fiese



Beweisfoto:
Sagenhafte
319 km/h auf dem
Display des
unbestechlichen
Navis. Und das mit
einem Motor,
der innen völlig un-
angetastet ist

Delle um 3000/min war offensichtlich ein Homologationsloch und somit ein gut lösbares Gemischproblem. Hier möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass die Herren Mottier und Wiegand von Micron-Systems die Dynojet-Teile nicht nur verkaufen, sondern auch weiterhelfen, wenn mal Fragen auftauchen. Inzwischen ist aber eine verbesserte Version der Einbauanleitung auf dem Markt.

GANZ ZUM SCHLUSS kommen wir wieder zum Anfang zurück. Axel hat den Speed-Cutter abgeklemmt. Vielleicht, weil er ein netter Kerl ist – vielleicht kann er auch nur nicht anders. Auf jeden Fall hat er sich für dich und mich in Lebensgefahr begeben. Oben das Beweisfoto.

Auf die gern gestellte Frage, ob das irgendein Mensch braucht und ob die Welt jetzt eine bessere geworden ist, von mir ein klares: Ja, was denn sonst, Herr Trittin?

Axel dagegen hat ganz andere Sorgen. Vor ein paar Tagen bekam ich eine Mail mit der Überschrift: „Mir gehen die Gegner aus.“ □

Axels ZZR.
Nach getaner
Arbeit wieder
friedlich vor
dem heimischen
Carport. Ein
bisschen
knistert es noch
unter der
Verkleidung

