Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 120 404
45314 Essen

Tel.: 0201/83 53 9-0
e-mail: Info@ifz.de
Internet: www.ifz.de

© ifz

Autor: Dr.-Ing. Achim Kuschefski

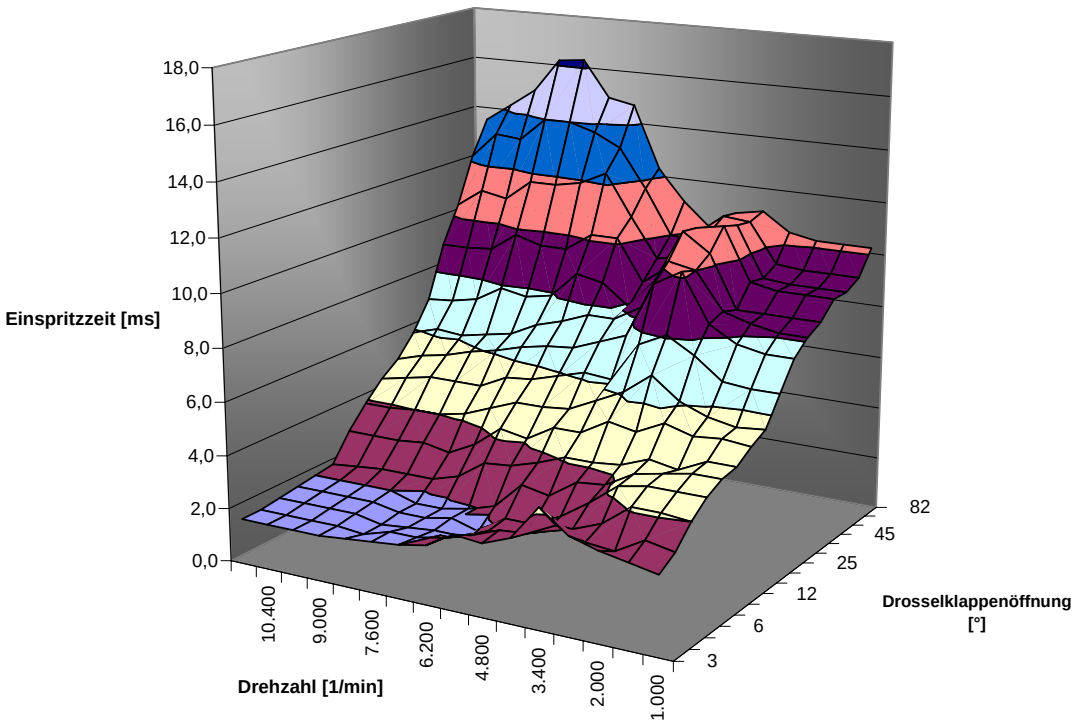
MAP / MAPPING / Motormanagement

Wenn es um Motorräder oder um Motorradtechnik geht, versteht man unter „MAP“ oder „MAPPING“ nicht die Landkarte oder die Kartierung im eigentlichen Sinne, sondern das oder die Kennfeld(er), die in der ECU (Electronic Control Unit) für das Motormanagement abgelegt sind.

Gemanagt werden bei Motoren mit Einspritzanlage als Minimum **Zündzeitpunkt** und **Einspritzdauer**. Letztere bestimmt bei konstantem Einspritzdruck die Einspritzmenge an Kraftstoff.

Maps sind Tabellen, in denen in Abhängigkeit von Motordrehzahl und Drosselklappenöffnung Werte für Zündzeitpunkt und Einspritzdauer festgeschrieben sind. Damit dies bei allen Fahrzuständen funktioniert, werden sogenannte Stützpunkte für Motordrehzahl und Drosselklappen-öffnung (Last) erhoben. Stützpunkte sind somit ausgewählte Drehzahlen [min^{-1}] oder Drosselklappenöffnungswinkel [°], die den gesamten Drehzahl- bzw. Drosselklappenöffnungsbereich in Teilsegmente unterteilen (siehe Abbildung).

In einer Map abgelegte Einspritzzeiten



Die Maps werden auf einem Speicherchip – einem sogenannten EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) – gespeichert, wobei sie in der EPROM-Datei als Binärdatei zumeist im hexadezimalen Format vorliegen.

Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 120 404
45314 Essen

Tel.: 0201/83 53 9-0
e-mail: Info@ifz.de
Internet: www.ifz.de

© ifz

Autor: Dr.-Ing. Achim Kuschefski

Es werden aber noch weitere Parameter wie z.B. die Motorbetriebs-temperatur (gemessen wird die Wassertemperatur), die Lufttemperatur und der Luftdruck für die Korrektur dieser „Basis-Map“ verwendet.
Auch können Korrektur-Maps für jeden weiteren Zylinder vorhanden sein, um Serienstreuungen und die unterschiedlichen thermische „Haushalte“ der jeweiligen Zylinder ausgleichen zu können. Ebenso ist hier auch z.B. die Drehzahlbegrenzung abgelegt.

Ziel dieser Steuerung ist die vom Fahrer geforderte Leistung bzw. das Drehmoment bereitzustellen und dies bei gleichzeitiger Optimierung von **Verbrauch**, **Abgasemission**, **Komfort** (z.B. Vermeidung von „Motorruckeln“ durch Veränderung des Zündzeitpunktes bei Konstant-fahrt) und **Sicherheit** (z.B. optimale Gasannahme in jedem Fahrzustand ohne sich zu „verschlucken“).

Wie komplex eine Motorsteuerung ist, verdeutlichen die Betriebszustände, in denen ein Motor „sauber“ laufen muss. Die da lauten: **Kaltstartphase**, **Nachstartphase**, **Warmstartphase**, **Leerlauf**, **Teillast**, **Volllast**, **Beschleunigungsphase**, **Verzögerungsphase** und **Schiebebetrieb** /1/.
Und bei all diesen Betriebszuständen sollte der Motor optimal funktionieren und sauber verbrennen.

Mit Hilfe elektronischer Komponenten sind diese Anforderungen relativ „einfach“ zu realisieren. Aber blicken wir mal ein paar Jahre zurück, wie schwierig die Anforderung für Vergaser gewesen sein müssen, um mit Vergaserquerschnitt, Schieberausführung und Form, Düsen, Düsenstock und Nadelventil als dies realisieren zu können. Klar wurde nicht das gleiche Ergebnis erzielt, aber trotzdem: Hut ab!

Heutzutage ist das Motormanagement sehr vielfältig.
Denn konstante Parameter wie das Bohrungs-Hub-Verhältnis, Steuerzeiten, Ventilquerschnitte, Ventilhub, Ein-/Auslassquerschnitte und Ein-/Auslasslängen sind immer nur in einem bestimmten Drehzahlbereich optimal.
Um bessere Fahrbarkeit, höhere Leistungsausbeute und damit höhere Motoren-Effizienz, weniger Kraftstoffverbrauch trotz Mehrleistung aber auch um eine bessere Abgasqualität zu erreichen, haben sich die Ingenieure viele „Zutaten“ einfallen lassen:

- Elektronische Drosselklappensteuerung (Drive-by-Wire)
- Zweite, elektronisch angesteuerte Drosselklappe im Ansaugtrakt
- Elektronisch angesteuerte, variable Saugrohrlängen-Verstellung
- Elektronisch angesteuerte Abgasklappen, -schieber oder -ventile
- Zu- und Abschaltung von Einlass-Ventilen
- Variable Steuerzeiten
- Stufenlos variabler Ventilhub
  (macht Drosselklappe im Ansaugtrakt überflüssig)
- Schubabschaltung
- Doppelzündung
- Elektronische Leerlaufregelungen (ISC – Idle Speed Control)

Institut für Zweiradsicherheit e.V.
Postfach 120 404
45314 Essen

Tel.: 0201/83 53 9-0
e-mail: Info@ifz.de
Internet: www.ifz.de

© ifz

Autor: Dr.-Ing. Achim Kuschefski

- Abgasrückführ-Systeme
  (trägt zur Senkung von NO_x-Emissionen bei)
- Sekundärluft-Systeme
  (trägt zur Senkung von CO- und HC-Emissionen bei)
- Lambda-Sonde für die Gemischregelung zur optimalen Abgasreinigung mittels Katalysator
  (siehe AUK – Abgasuntersuchung Krafträder)

Um all diese Motorsteuerungskomponenten betreiben zu können, muss eine Menge an Parametern erfasst und weiterverarbeitet werden:

- Gasgriffstellung (sofern elektronisch)
- Drosselklappenstellung
  (häufig beim Motorrad, in Kombination mit der Motordrehzahl zur indirekten Bestimmung der angesaugten Luftmenge)
- Saugrohrdruck
- Luftmasse (häufig beim Automobil)
- Luftdruck (für Korrekturen der Basis-Map)
- Ansaug-Lufttemperatur (für Korrekturen der Basis-Map)
- Motor-Wassertemperatur (für Korrekturen der Basis-Map)
- Klopfintensität (mittels Klopfsensor, häufig beim Automobil)
- Kurbelwellen- oder Nockenwellendrehzahl
  (zur Bestimmung der Motordrehzahl)
- Oberen Totpunkt (OT) während der Zündphase
  (zur Bestimmung von Zünd- und ggf. Einspritzzeitpunkt)
- Nockenwellenstellung
  (nur bei variabler Nockenwellenverstellung, häufig beim Automobil)
- Ventilhub (nur bei variablem Ventilhub)
- Gang-/Getriebestufe
- Fahrzeuggeschwindigkeit (für z.B. Staudruckeinfluss in der Airbox)
- Saugrohrstellung (bei variablen Saugrohrlängen)
- Abgasklappenstellung (häufig beim Motorrad)
- Abgasrückführsystem
- Sekundärluftsystem
- Abgasqualität (mittels Lambda-Sonde(n) im Auspuff)

Darüber hinaus existieren noch etliche andere Parameter, die gemessen und für Diagnosesysteme überwacht werden.
Welche weiteren Neuerungen sich die Ingenieure in den nächsten Jahren noch einfallen lassen, bleibt mit Spannung abzuwarten.

Quellen:
/1/: Motorsteuerung von Ottomotoren, Motormanagement ME-Motronic, Robert Bosch GmbH, 1999