

# Gemischbildung Ottomotor



## Keywords

- ✓ Gemischbildungssysteme
- ✓ Betriebszustände
- ✓ Mischungsverhältnis
- ✓ Luftverhältnis
- ✓ Gemischzusammensetzung
- ✓ Leistungsregelung
- ✓ Arten der Benzineinspritzung
- ✓ Öffnung der Einspritzventile
- ✓ Zündanlage
- ✓ Sensoren und Aktoren

## 1 Gemischbildungssysteme

sollen für jeden Betriebszustand des Motors ein Kraftstoff-Luft-Gemisch herstellen, das in der Menge *ausreichend* ist und im Motor möglichst *vollständig verbrannt* wird.

## 2 Betriebszustände

- Kaltstart
  - Kraftstoff kondensiert an kalten Saugrohr- und Zylinderwänden
  - → sehr fettes Gemisch (bis  $\lambda = 0,3$ ) nötig
- Warmlauf
  - Kondensationsverluste verringert sich
  - → Kraftstoffmenge wird temperaturabhängig verringert
- Leerlauf

- **Übergang, Beschleunigung**
  - beim Öffnen der Drosselklappe magert das Gemisch kurzzeitig ab
  - → kurzzeitig mehr Kraftstoff einspritzen
- **Teillast**
- **Volllast**
  - maximale Motorleistung bei voll geöffneter Drosselklappe
  - → Anreicherung des Gemisches auf  $\lambda = 0,85 \dots 0,95$
- **Schubabschaltung**
  - Drosselklappe geschlossen bei hoher Drehzahl (Bergab fahren oder Fuß vom Gas bei hoher Geschwindigkeit)
  - → keine Einspritzung von Benzin bis Drosselklappe wieder geöffnet

### 3 Mischungsverhältnis

beschreibt die *Zusammensetzung des Kraftstoff-Luft-Gemisches*. Man unterscheidet ein theoretisches und ein praktisches Mischungsverhältnis.

1. **Theoretisches Mischungsverhältnis** (stöchiometrisches Verhältnis):
  - zur *vollständigen Verbrennung* von 1 kg Super werden 14,7 Kg Luft benötigt
2. **Praktisches Mischungsverhältnis**
  - weicht je nach Betriebszustand vom theoretischen Verhältnis ab
  - *Fettes Gemisch* (Luftmangel): z. B. 1 : 13
  - *Mageres Gemisch* (Luftüberschuss): z. B. 1 : 16

## 4 Luftverhältnis

$\lambda$  ist das Verhältnis zwischen der tatsächlich der Verbrennung zugeführten Luftmasse und der zur vollständigen Verbrennung theoretisch erforderlichen Luftmasse

- Luftverhältnis  $\lambda = \frac{\text{zugeführte Luftmasse in [kg]}}{\text{theoretische Luftmasse in [kg]}}$
- Beim theoretischen Mischungsverhältnis 1 : 14,7 ist  $\lambda = 1$
- $\lambda = \frac{16 \text{ kg}}{14,7 \text{ kg}} > 1$  (mager)

### Mischungsverhältnisse für Super

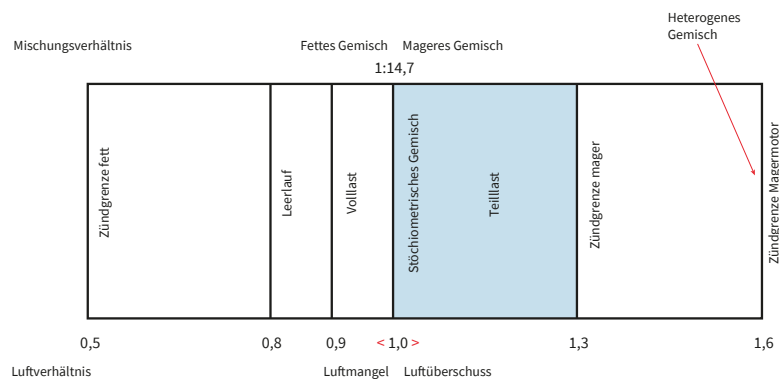


Abb. 1: Mischungsverhältnis

## 5 Gemischzusammensetzung

### 1. Homogenes Gemisch

- im gesamten Brennraum ist die Gemischzusammensetzung gleich
- Einspritzung im Ansaugtakt
- braucht Zeit für eine gleichmäßige Durchmischung des Kraftstoff-Luft-Gemisches

### 2. Heterogenes Gemisch

- im Brennraum gibt es Bereiche unterschiedlicher Gemischzusammensetzung (**Schichtladung**)
  - Fettes Gemisch in der Nähe der Zündkerze ( $\lambda = 1$ )
  - Mageres Gemisch im äußeren Bereich ( $\lambda > 1,3$ )
  - späte Einspritzung während des Verdichtungstaktes
- Saugrohrklappe geschlossen

- man kann sehr mager fahren, um Sprit zu sparen

### Ort der Gemischbildung

1. **Äußere Gemischbildung** Kraftstoff wird in das Saugrohr eingespritzt
  - Homogenes Gemisch
2. **Innere Gemischbildung** Kraftstoff wird direkt in den Brennraum eingespritzt
  - Heterogenes Gemisch
    - späte Einspritzung während des Verdichtungstaktes kurz vor Zündung
    - Kraftstoff und Luft kann sich nicht gleichmäßig vermischen
  - Homogenes Gemisch
    - Einspritzung zu Beginn des Ansaugtaktes
3. **Kombi aus äußere und innere Gemischbildung**

## 6 Leistungsregelung

1. **Quantitätsregelung** Motoren mit äußerer Gemischbildung und homogenem Gemisch
  - Je nach Lastzustand ändert sich die Drosselklappe und damit die angesaugte Luftmenge.
  - Die Zusammensetzung des Gemisches muss dabei nahezu gleich bleiben ( $\lambda = 1$ )
2. **Qualitätsregelung** Motoren mit innerer Gemischbildung und heterogenem Gemisch
  - Bei geöffneter Drosselklappe wird verschieden viel Kraftstoff eingespritzt. Die angesaugte Luftmenge bleibt dabei nahezu gleich
  - Die Zusammensetzung des Gemisches im Brennraum ändert sich somit je nach Lastzustand.

## 7 Arten der Benzineinspritzung

### Vergaser

Luft wird angesaugt vom Motor, vor der Drosselklappe gibt es eine Verengung, durch die Verengung erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit der angesaugten Luft (Venturi-Rohr). Der Kraftstoff im Vergaser gelangt über eine Düse in Tropfenform in das Ansaugluftgemisch. Durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit der angesaugten Luft wird der Kraftstoff mitgerissen.

Vorzerstäubung, Feinzerstäubung → Kraftstoff-Luft-Gemisch

Die Luftdurchflussmenge wird über Luftdruck (Luftdichte) und Temperatur gemessen. Daraus wird die Düsengröße berechnet und damit die Kraftstoffmenge.

### Indirekte Einspritzung

#### *Einzelpunkteinspritzung*

- vor der Drosselklappe befindet sich ein Einspritzventil
- die angesaugte Luft wird mit Kraftstoff versetzt, sodass sich hier ein Gemisch gebildet habe
- Gemischzusammensetzung war nicht so genau, durch unterschiedliche Ansaugwege

Tab. 1

#	Beschreibung
Art der Einspritzung	<b>SPI = Single Point Injection</b>
Ort der Einspritzung	Indirekt - vor der Drosselklappe
Gemischzusammensetzung	homogen

#### *Mehrpunkteinspritzung*

- die angesaugte Luft strömt durch die Drosselklappe in das Verteilerrohr
- Kraftstoffverteilerrohr mit einzelnen Einspritzventilen, die direkt in das Saugrohr einspritzen
- Gemischzusammensetzung ist gleich (gleiche Ansaugwege)

Tab. 2

#	Beschreibung
Art der Einspritzung	<b>MPI = Multi Point Injection</b>
Ort der Einspritzung	Indirekt - vor das Einlassventil
Gemischzusammensetzung	homogen

### Direkte Einspritzung

Tab. 3

#	Beschreibung
Art der Einspritzung	<b>MPI = Multi Point Injection</b>
Ort der Einspritzung	Direkt - in den Zylinder
Gemischzusammensetzung	homogen oder heterogen

## 8 Öffnung der Einspritzventile

- Simultane Einspritzung
- Sequenzielle Einspritzung
- Zylinderselektive Einspritzung

## 9 Zündanlage

### Zündanlage mit Unterbrecherkontakt

Bat. 12 V → Zündspannung 40.000 V

Batterie - 30 - Zündschalter - 15 - Zündspule

- 1 - Unterbrecherkontakt - Masse wird geschaltet durch Nocken
  - geschlossen - in Primärspule baut sich Magnetfeld auf
  - offen - Magnetfeld bricht zusammen, es wird eine Spannung in der Sekundärspule induziert - Spannung geht weiter an den Zündverteiler
- 4 - Zündverteiler - Zündkerze - Zündfunken - Masse

### Zündanlage mit Einzelfunkzündspule

- Eingabe - Wann soll gezündet werden?
  - Positionsgeber an Nockenwelle und Fahrpedal
- Verarbeitung erfolgt im Steuergerät
  - Kennfeld - abhängig von Drehzahl und Last wird ein Zündwinkel berechnet
- Ausgabe an Zündspule

## 10 Sensoren und Aktoren

Tab. 4

#	Sensoren	Aktoren
<b>Zentraleinspritzung</b>	Drehzahlgeber	Drosselklappenansteller
	Motortemperaturfühler	Regenerierventil
	Lufttemperaturfühler	Einspritzventil
	Drosselklappenpotentiometer	
	Lambdasonde	
	OT-Geber	
<b>MED - Motronic</b>	Luftmassenmesser	Kraftstoffpumpe
	Saugrohrdrucksensor	E-Gas Stellmotor
	Differenzdrucksensor	Lambdasondenheizung
	Fahrpedalsensor	NOx-Sensorheizung
	NOx-Sensor	Tankentlüftungsventil
	Abgastemperatursensor	Abgasrückführventil
	Saugrohrklappenpotentiometer	Kraftstoffdruckregelventil
		Saugrohrklappenventil