

# TSFS05 – Fordonssystem – Fö 12

## Motor – Jämförelse Diesel och Bensin

Lars Eriksson - Kursansvarig

Fordonssystem, Institutionen för Systemteknik  
Linköpings universitet  
larser@isy.liu.se

November 21, 2011

### Innehållsförteckning

Kursinformation

Motor

Motor – Överladdning

Motor – Avancerade koncept

### Innehållsförteckning

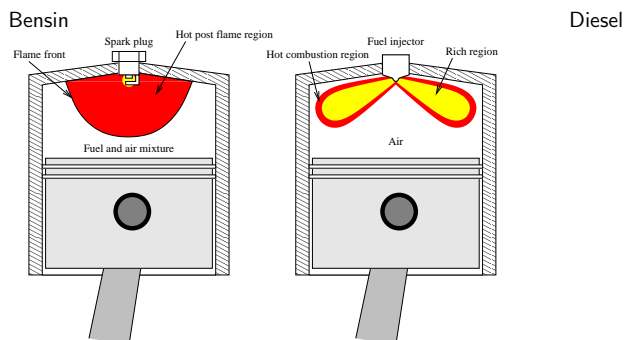
Kursinformation

Motor

Motor – Överladdning

Motor – Avancerade koncept

### Förbränningsprocesserna



### Perspektiv på dieselmotorer i personbilar

- ▶ Dieselmotorerna är och har länge varit den *enda* motortypen i tunga applikationer.
- ▶ Innan 1990 var marknadsandelen kopplad till bränslekostnaden. Efter 1990 har den gått från 14% till 42% i 2003 trots att den relativa skillnaden i pris mellan diesel och bensin har varit nästan konstant under samma tidsperiod.

### Diesel- och bensinmotorer – De stora skillnaderna

	Bensin (Spark Ignited)	Diesel (Compression Ignited)
Bränsle	Bensin	Diesel
Luftintag	Trottel	Raka rör
Bränsleinsprutning	I insugningssystemet	Direkt i cylindern
Laständring	Luftflöde $p_i$	Bränslemängd $Q_i n$
Luft- & bränsleblandning	Homogen	Stratifierad
Förbränningsstart	Tändgnista	Självantänder
Förbränningsstyp	Förblandad	Diffusion
Emissioner	$CO$ , $HC$ och $NO_x$ 3-vägskatalysator	$NO_x$ och partiklar partikelfälla de-nox-katalysator
$r_c$	8–12	12–24
$\lambda$	0.5–1.5	>1.1

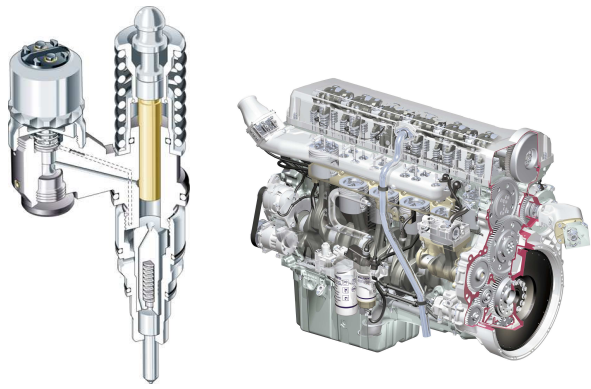
### Huvudsakliga skillnader mellan diesel- och bensinmotorer

- ▶ Bränsleinjektion och förbränningsprincipen är helt olika. I *bensinmotorerna* sprutas bensinen utanför inloppsporten så att bränslet förångas och blandas ordentligt innan förbränningen. Förbränningen initieras med tändstiftet. I *dieselmotorn* sugas bara luft in under insugsslaget och dieseln injiceras direkt i förbränningskammaren under högt tryck. Bränslet självantänder pga den höga temperaturen efter förbränningen.
- ▶ Det finns ingen trottel i dieselmotorn. En bensinmotor arbetar mycket nära stökiometrisk blandning,  $\lambda = 1$ , medans en diesel alltid körs magert  $\lambda > 1.3$ .

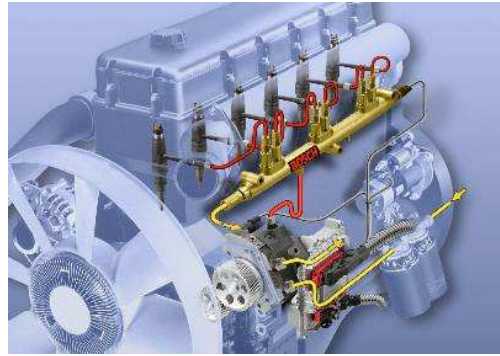
### Perspektiv på dieselmotorer i personbilar

- ▶ Minst två viktiga steg i teknikutvecklingen under perioden
  - ▶ Direktinsprutning, där Audi var först 1989.
  - ▶ I mitten av 90-talet utvecklades common rail systemen och nådde marknaden 1997.
- ▶ Dessa två och andra teknologier gjorde det möjligt att öka injektionstrycket mer exakt kunna styra andelen bränsle, till och med multipla injektioner.

# Enhetsinsprutare

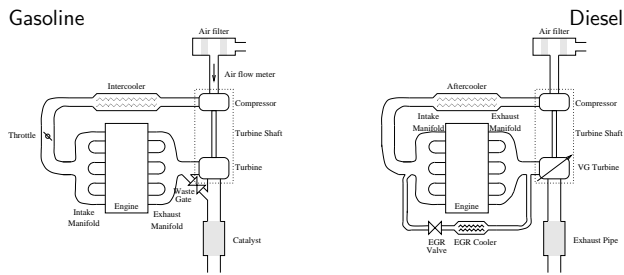


# Common rail



## Skisser på bensen och dieselmotorer

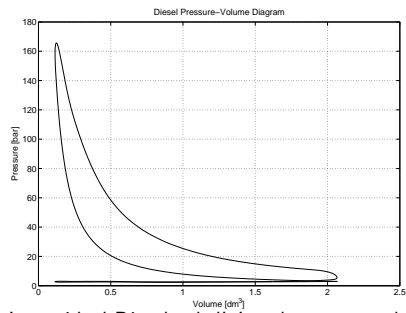
## Hur beskriver man Dieselmotorns prestanda?



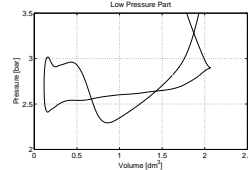
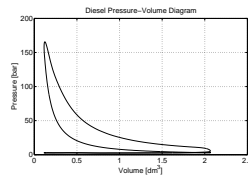
Moderna Dieselmotorer är alltid utrustade med turbo.

## Ett pV-diagram, uppmätt på en dieselmotor

## Försumbara pumpförluster



Ingen ideal Diesel cykel! Inte konstanttryckförbränning.



Momentmodell (välkänd):

$$W_{i,n} = W_{i,g} - W_{pump} - W_{fric}$$

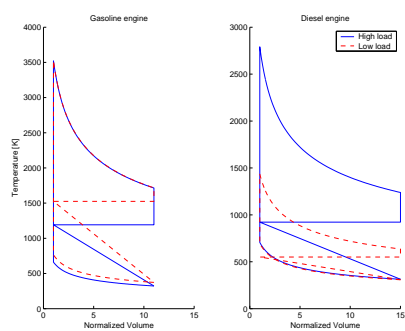
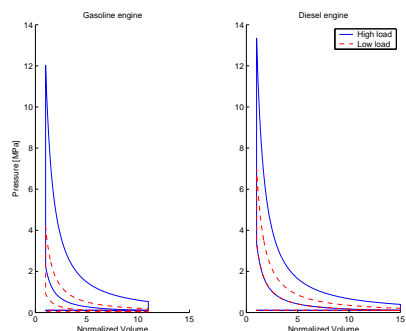
$$W_{i,g} \propto m_f$$

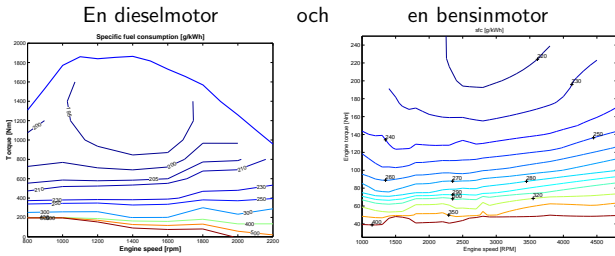
$$W_{pump} \approx 0$$

$$W_{fric} = V_d FMEP(N, \dots)$$

## Lastförändringsprincip i Bensen- och Dieselmotorer

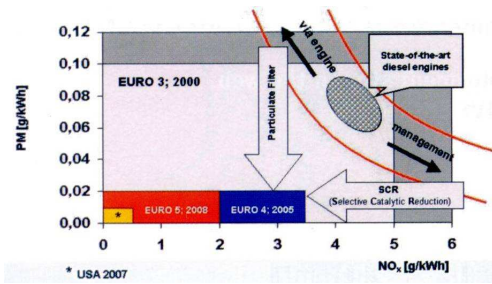
## Lastförändringsprincip i Bensen- och Dieselmotorer





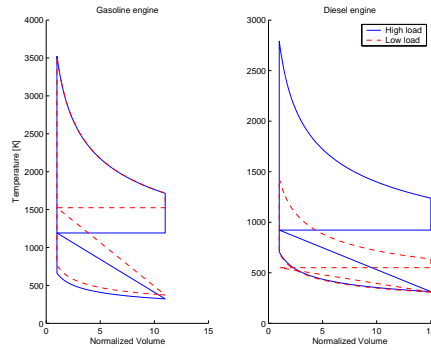
Jämförelse av absoluta sfc-tal är inte riktigt rättvis pga olika motorstorlek, 11.7 respektive 2.3 liter.

Dieselmotorns emissionsavvägning



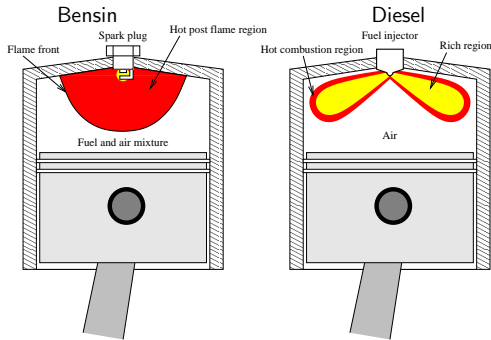
Emissionerna är i huvudsak partiklar och NO<sub>x</sub>.

Varför har Dieselmotorn höga NO<sub>x</sub>?



Global temperatur är inte nyckeln.

Varför har Dieselmotorn höga NO<sub>x</sub>?



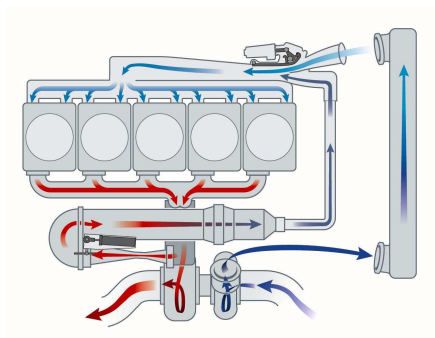
Lokala temperaturen är nyckeln.

Hur reducerar man den lokala temperaturen?

$$\Delta T = \frac{m_f q_{HV}}{m_{tot} c_v} = \frac{m_f}{m_a + m_f + m_r} \frac{q_{HV}}{c_v}$$

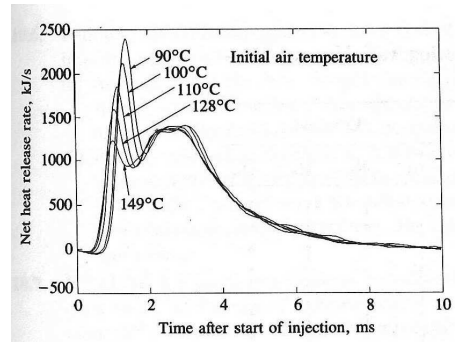
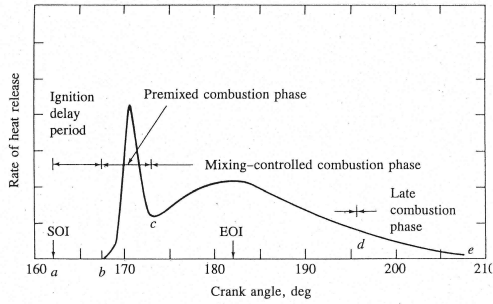
- ▶ Blandningen brinner vid gynnsamma förhållanden runt  $\lambda = 1$
- ▶ Residualgas, dvs EGR

EGR och VGT system



Fördelar och nackdelar

- ▶ Effektivitet – Tre fördelar för dieselmotorn
  - ▶ Högre kompression
  - ▶ Lägre pumpförluster
  - ▶ Mager blandning
- ▶ Emissioner – Tre nackdelar för dieselmotorn
  - ▶ Höga NO<sub>x</sub> emissioner – Skiktad och mager blandning  $\lambda > 1$  samt hög kompression
  - ▶ Ingen enkel efterbehandling – mager blandning  $\lambda > 1$
  - ▶ Sot- och partikelbildning – stratifierad blandning



## Bränslereglering

Två system i för de två delarna i bränsleregleringen.

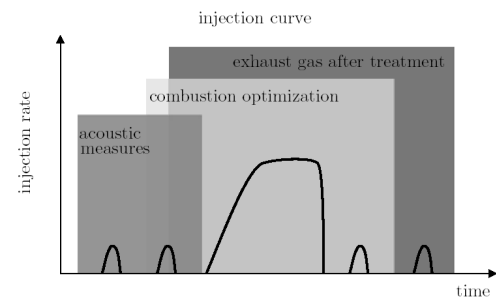
- ▶ Lågtrycksdel – fuel supply system
- ▶ Högtrycksdel – fuel injection system

Lågtrycksdelen förbereder bränslet genom filtrering och vattenseparation för att slutligen leverera bränslet till högtrycksdelen.

Det finns några regleringsaspekter i lågtrycksdelen, såsom förvärmning i vissa fall.

Huvuddelen av regleringen ligger i högtrycksdelen.

## Principskiss av multipel bränsleinsprutningar



## Innehållsförteckning

Kursinformation

Motor

Motor – Överladdning

Motor – Avancerade koncept

## Motor - Avancerade koncept

“Engines are now computerized machines”.

- ▶ Nya mekanisk design. Dessa möjliggörs av, och förlitar sig på, styrsystemen.
- ▶ Nya metoder för signaltolkning. Tillgänglighet på beräkningskapacitet och nätverks teknologier har öppnat upp för nya möjligheter.

## Motor - Avancerade koncept

Nya?

Super charging:  
–Turbo

Variable compression ( $v_c$ )

Gasoline direct injection – GDI

**Styrsystem** är basen

## Innehållsförteckning

Kursinformation

Motor

Motor – Överladdning

Motor – Avancerade koncept

## Motor – Kompression och effektivitet

Luft och bränsle ⇒ arbete  
och emissioner

pV-diagram med standardcykler som modell av uppmätt indikatorgram.

$$\text{Cykeffektiviteten } \begin{cases} \text{Otto: } \eta_{f,i} = 1 - \frac{1}{r_c^{\gamma-1}}, \\ \text{Diesel: } \eta_{f,i} = 1 - \frac{1}{r_c^{\gamma-1}} \frac{\beta^\gamma - 1}{(\beta - 1)\gamma} \end{cases}$$

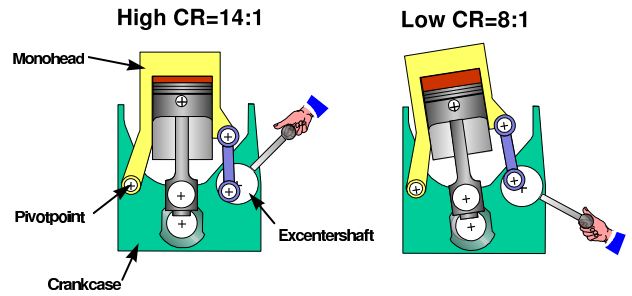
$$r_c \rightarrow \infty$$

Knack – Begränsning vid höga temperaturer (höga laster).

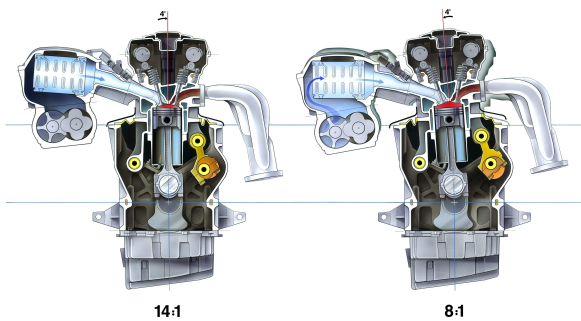
Kan man göra något åt kompromissen?

## Variabel kompression, $\nu$

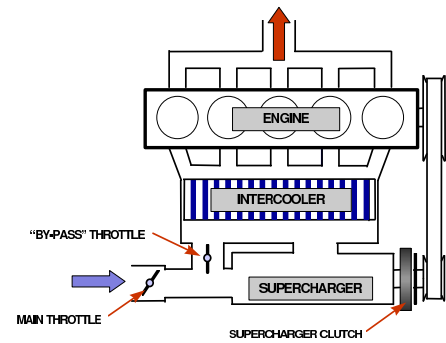
$$\epsilon = r_c = \frac{V_d + V_c}{V_c}$$



## Motor - Variabel kompression



## Motor - Variabel kompression



## Motor - Variabel kompression

Intressanta utmaningar:

- ▶ Samtidig styrning av kompression och tändning
- ▶ Kompressorinkoppling
- ▶ Strategier för trottlet
- ▶ Samtidig styrning av huvudtrottlet och kompressor by-pass

## GDI - fusion av diesel och bensen

- Låg last fullt öppet spjäll  
sen injektionstidpunkt  
stratifierad blandning, lokalt  $\lambda \in [0.5, 1.3]$
  - Hög last Delvis stängt spjäll  
tidig injektionstidpunkt  
 $\lambda = 1$  (för emissionsrening)
- Konceptet kräver avancerade styrsystem.