

Ottos fyrtaktsmotor

Marcus Klein

`klein@isy.liu.se`

Vehicular Systems

Dept. of Electrical Engineering

Linköping University, Sweden

1876

- Första (bra) motorn med intern förbränning (IC)
- Kompression, Förbränning och Expansion i samma cylinder!
- *Fyrtaktscykeln* gav möjlighet till detta
- Ansågs korkat eftersom producerade arbete enbart i en av fyra takter
Dubbelverkande motorer verkade bättre
- Deutz köpte även in Braytons bensinmotor

Ideen 1870

Otto ville ha långsam förbränning, dels för ljudnivån (jfr Djävulsmaskinen) men även för att undvika stötar (eng. shock) i kolven.

- Otto sägs ha fått ideen av att studera hur rök stiger ur en skorsten
- Stratifierat!

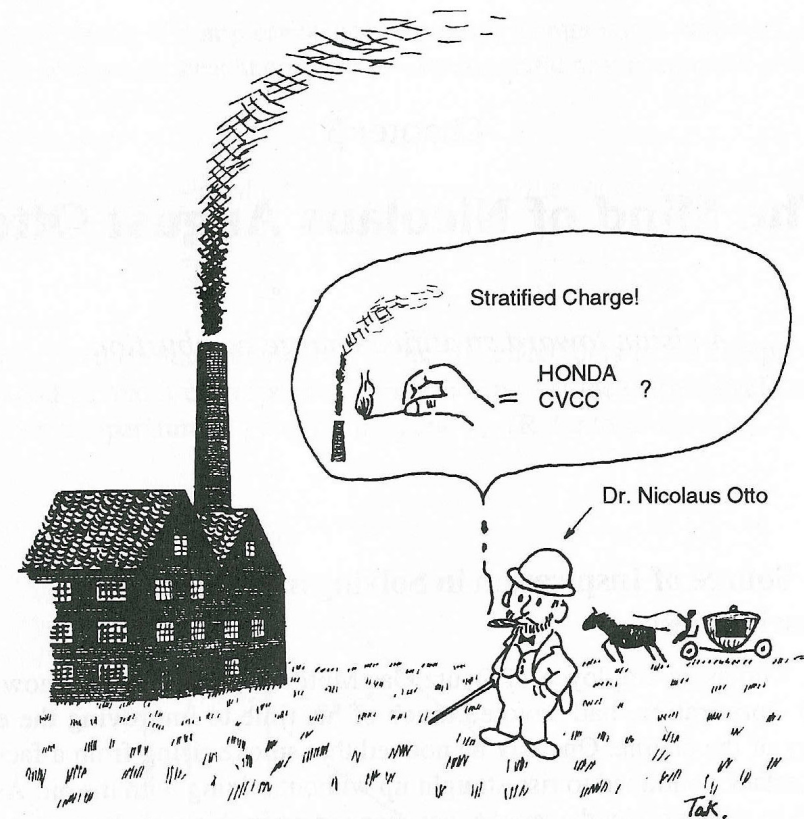
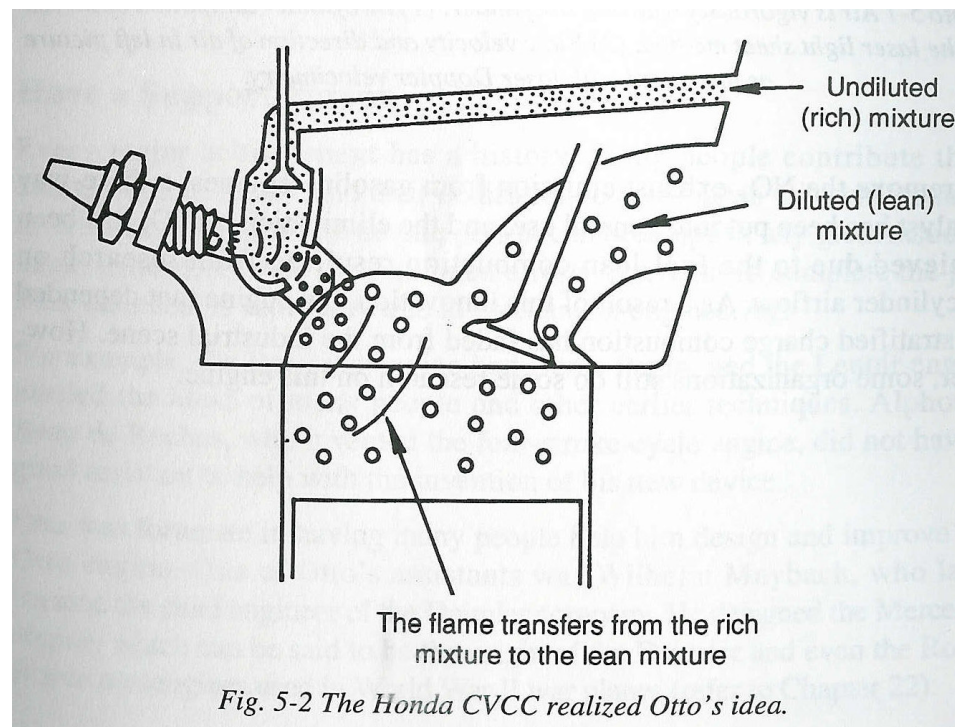


Fig. 5-1 Otto's idea was the result of seeing smoke rise from a smokestack (1870).

Ideen 1870, sidospår

- Stratifierat, som (åter)uppstod på 1970-talet pga miljökrav att minska NO_x -utsläpp
- Realiserades i bl.a. Hondas CVCC, Fords PROCO och Volkswagens PCI



Ideen 1870, forts

- Byggde en modell med transparent cylinder (jfr nutida visualeringsmetoder) och utförde flödesexperiment med cigarettök under sex år
- Otto trodde att:
 - Om det fanns gas kvar från förra förbränningen, skulle den nya laddningen antändas för tidigt
 - Oförbränd gas skulle tryckas ut pga explosionen
- Detta gjorde att tanken till fyrtaktscykeln uppstod
- Men Otto trodde hårt på att förbränningen måste kontrolleras, så stratifiering viktigare än fyrtaktsideen. (Patent 3/4)

Prototypmotorn 1876

- Ingen trodde riktigt på Ottos ide, så han fick bara en ingenjör tilldelad
- < 6 mån att bygga första prototypen

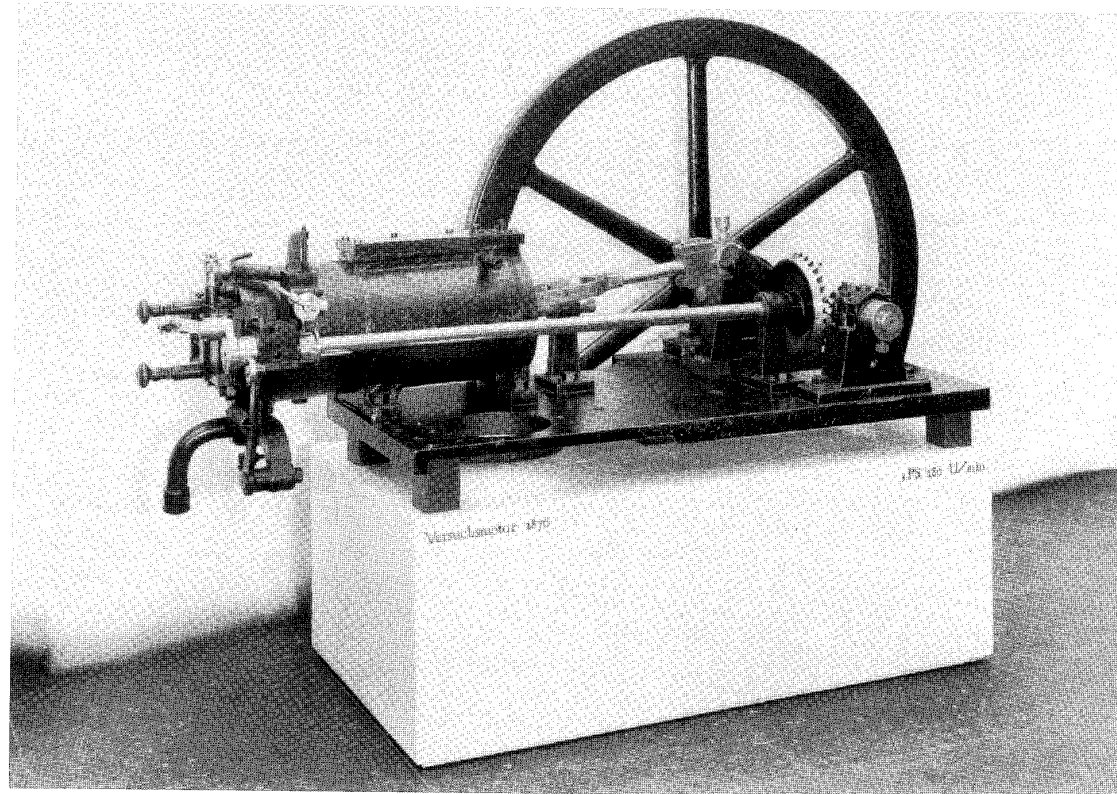


Fig. 9-2 Otto's experimental four-stroke engine of 1876 in the Deutz Museum, Cologne. (Werkphoto Deutz)

Prototypmotorn 1876, forts

- Horisontell cylinder, Insugsventil och flamventil av typen slide-valve, Avgas med poppet valve. Sköttes med kamaxel ($n/2$)
- Trottell på insuget
- Varvtalsstopp: Bränsleventil öppnade inte om för högt n
- Sög in enbart luft under 1:a halvan av insugstakten, sedan blandning.
- Flamvändning; Problem med komprimerad blandning
- Löstes med tryckutjämnare, flamman berikades just som ventilen öppnades

Prototypmotorn 1876, forts

Bore	161	mm
Stroke	300	mm
Max comp p	2.36	bar
Max power	3	bhp
Rated speed	180	rpm
Gas consumption	0.95	m ³ /(bhp h)

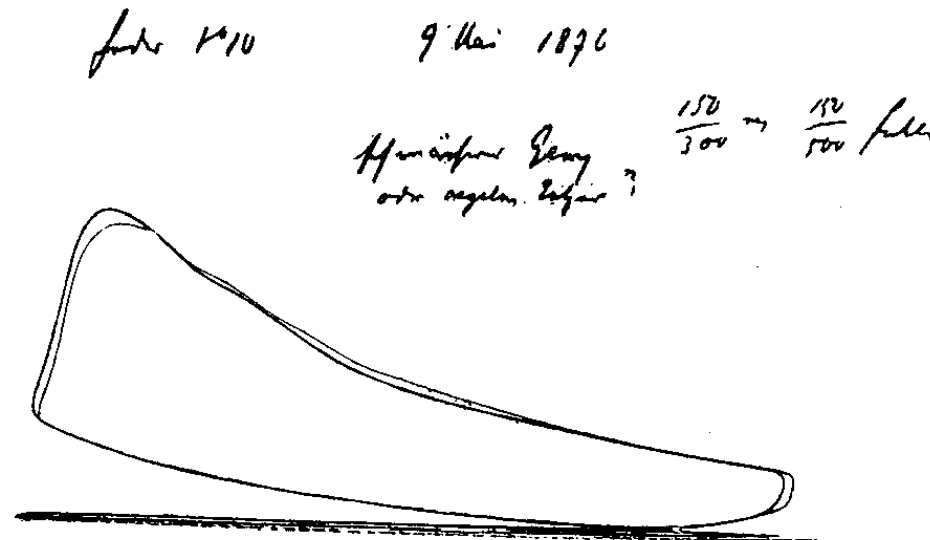
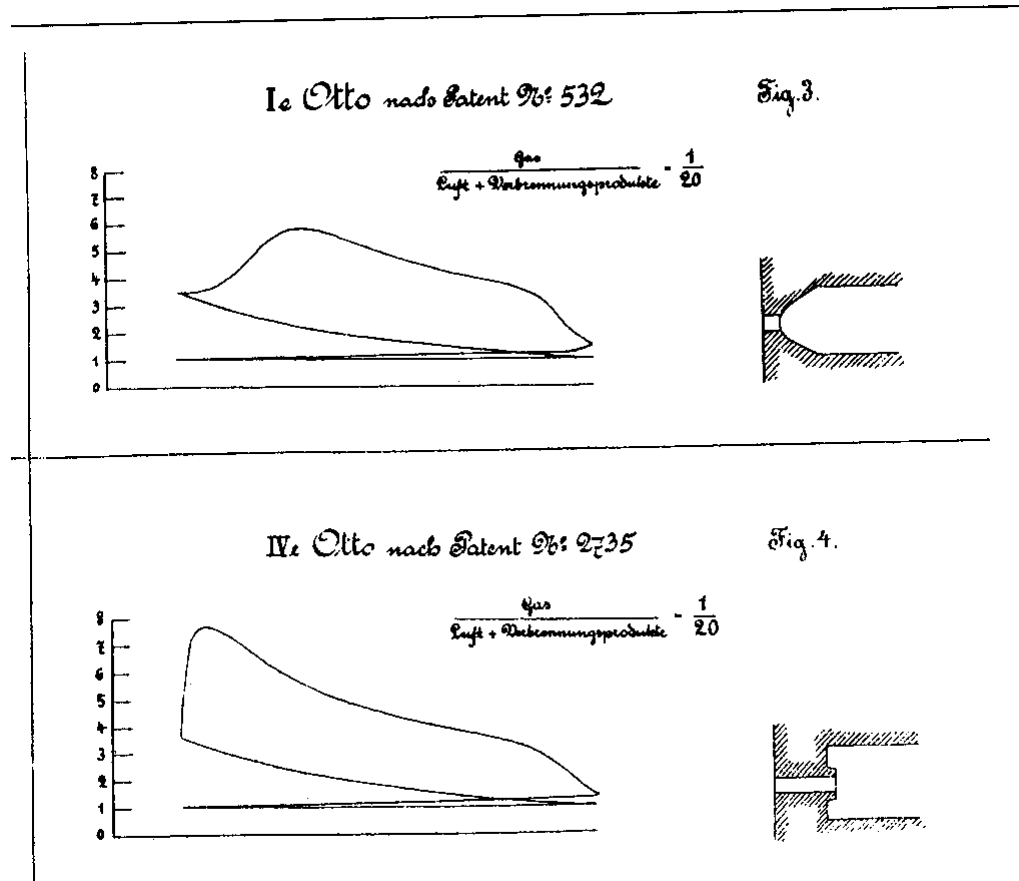


Fig. 9-9 Earliest recorded pressure-volume diagram of a four-

Prototypmotorn 1876, forts

- Störst problem med oregelbunden tändning vid tomgång och låg last
- Problem med 'seizure' [Suzuki]?
- Fungerade för n kring 160-200 rpm [Clerk]
- Kostade 2 % av total sfc [4 bhp]
- En 'explosionskanal' infördes i cylinderhuvudet
- 'Optimal' geometri bestämdes experimentellt

Prototypmotorn 1876, forts



- Otto ändrade alltså uppfattning om att förbränning skulle ske långsamt

Produktionsmotor 1876

Wilhelm Maybach blev ansvarig för att omvandla Ottos prototyp till produktionsmotor. Maybach införde flera förändringar men två var slående bra (enl. Cummins)

- *Ett sätt att göra uppstart enklare;*
- *Oljedroppsmörjning*
- Suzuki nämner även 'crosshead' som en stor förändring

Produktionsmotor 1876

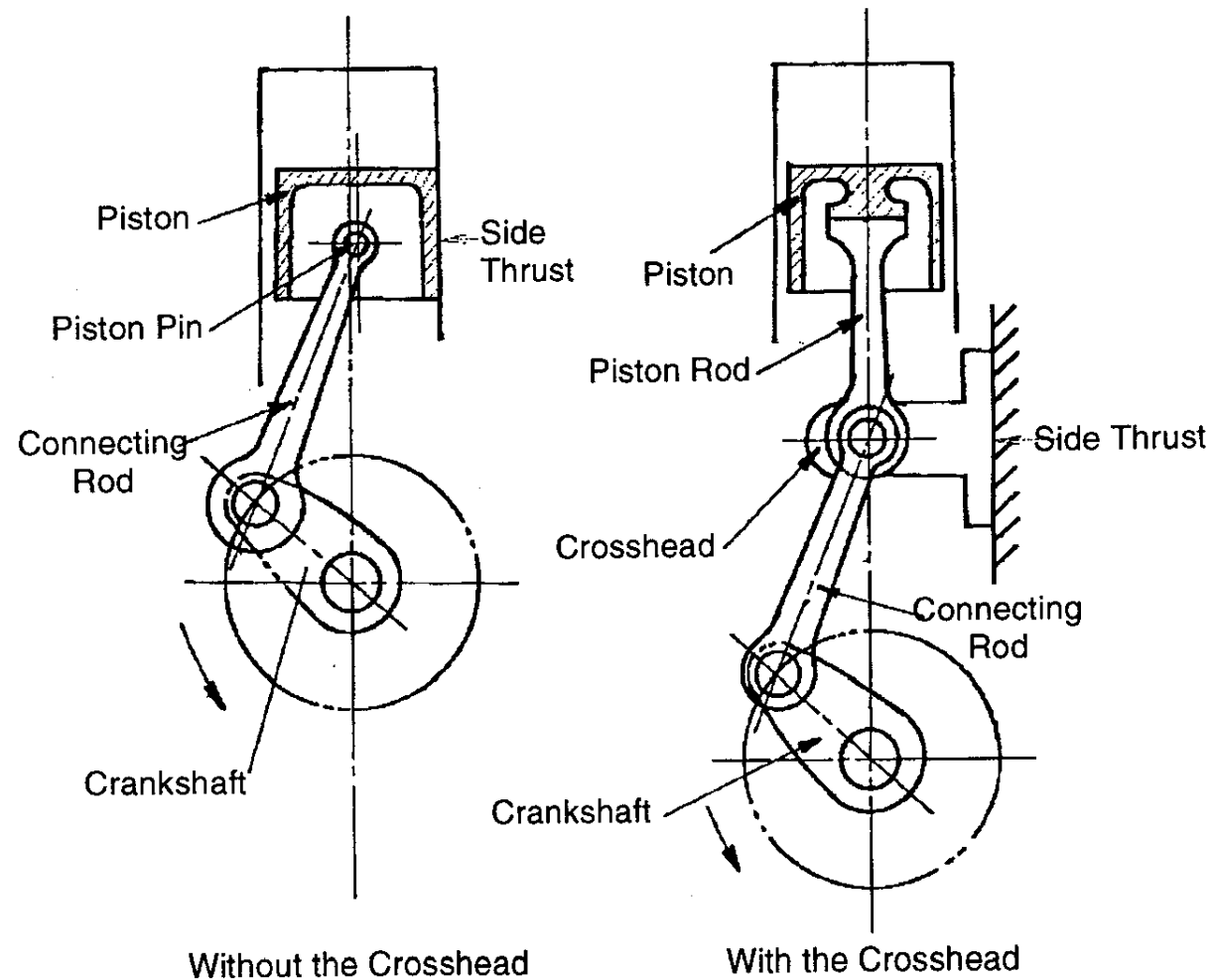


Fig. 6-1 Explanation of crosshead.

Produktionsmotor 1876

Wilhelm Maybach blev ansvarig för att omvandla Ottos prototyp till produktionsmotor. Maybach införde flera förändringar men två var slående bra (enl. Cummins)

- *Ett sätt att göra uppstart enklare;*
- *Oljedroppsmörjning*
- Suzuki nämner även CROSSHEAD som en stor förändring
- Fanns sedan tidigare på ångmaskiner. Numera på stora fartyg (2-takt, lågt n)

Förändringen

- Gasmotoren Fabrik Deutz byggde 8300 motorer 1876–1889, amerikanska distributören Schleicher, Schumm & Co sålde 25000 fram till 1888, och marknaden var inte direkt mättad.
- En jämförelse mellan Otto & Langen-motor och en fyrtaktsmotor med samma effekt (2 bhp) visar:
 - Viktminskning $4000/1250 \approx 3$
 - Slagvolym $4900/310 \approx 15$
 - Exp. förh $10:1$ mot $2.5:1$, faktor 4
- Inget tak på 3 bhp
- Mindre oljud och vibrationer
- Tio år senare bil, 17 år senare flygplan

Juridiska

- Deutz hade till en början monopol på IC-motorer, vilket inte alla tyckte om => många lagliga tvister
- Beau de Rochas hade redan 1862 lämnat in franskt patent på fyrtaktsmotor, men inte betalat årliga avgiften
- Till slut förlorade Deutz patenten
- Otto anses dock vara uppfinnaren, eftersom han realiserade tankarna till en verklig och fungerande motor

de Rochas pappersmotor 1862

Fyrtakt:

1. Insug när kolven rör sig utåt
2. Kompression på tillbakavägen
3. Tändning vid TDC, expansion på utgående kolvrörelsen
4. Utblås av avgaser under återgående kolvrörelsen

Designvillkor:

- Största volym/area-förhållandet som var möjligt
- Högsta varvtalet
- Högsta expansionstalet
- Högsta tryck vid början av expansionen

Deutz

Den fortsatta utvecklingen på Deutz gav bl.a.:

- Tvillingmotor för jämnare moment (electricitet)
- Tändning
- Förgasare