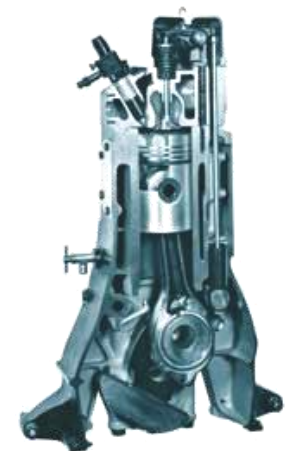


# Kolben- und Strömungsmaschinen

## Seminar 5: Ladungswechsel



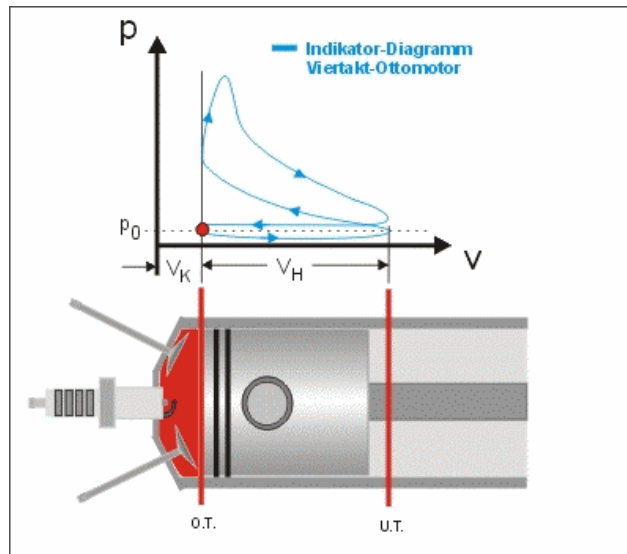
## Testat

1. Nennen Sie die 3 wesentlichen Merkmale einer Kolbenmaschine!
2. Wie ist die mittlere Kolbengeschwindigkeit einer Hubkolbenmaschine definiert?
3. Was ist der wesentliche Unterschied zwischen einem Verdichter und einer Pumpe?
4. Skizzieren Sie einen prinzipiellen, sehr einfachen Schnitt durch einen Zylinder eines Hubkolbenmotors. Kennzeichnen Sie darin die Totpunkte, die markanten Volumina und die wichtigsten Bauteile.
5. Berechnen Sie die benötigte Kraftstoffmasse, um 100 J bei einer vollständigen Verbrennung freierwerden zu lassen ( $H_U = 43 \text{ MJ/kg}$ )

## Gaswechselverfahren bei Kolbenmaschinen

### Viertaktverfahren

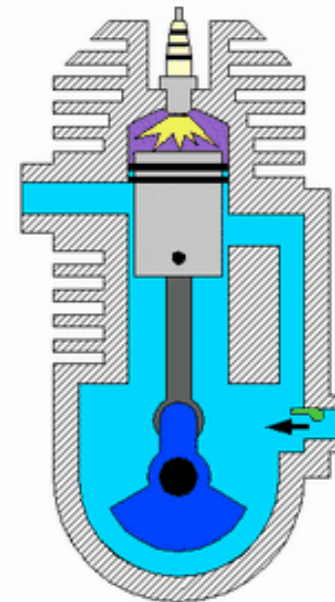
1. Ansaugen
2. Verdichten
3. Verbrennen
4. Ausstoßen



Ventilgesteuert

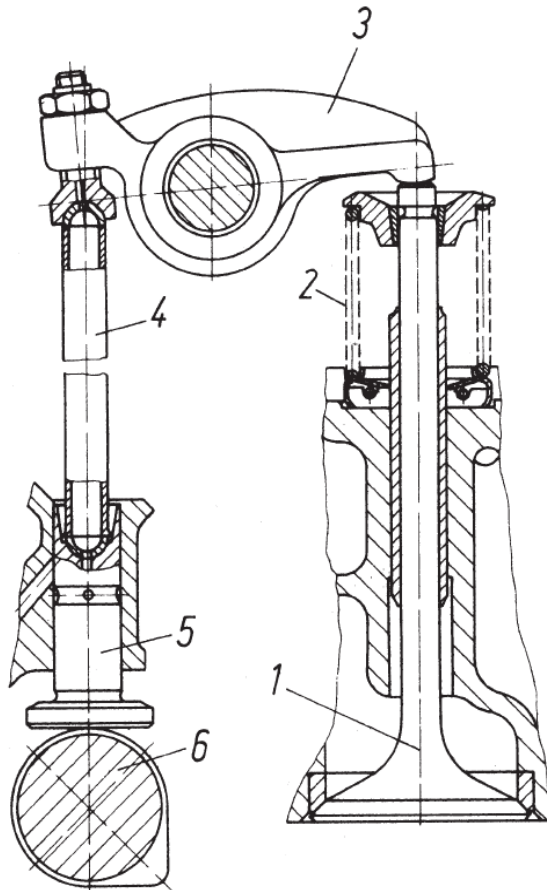
### Zweitaktverfahren

1. Ansaugen/Verdichten
2. Verbrennen/Vorverdichten/  
Überströmen/Ausstoßen



Ventil- und Kolbenweg-Gesteuert

## Gaswechsel bei Viertaktmotoren



- Der Gaswechsel ist bei Viertaktmotoren durch Ventile gesteuert.
- Hier ist das Beispiel eines Ventiltriebs mit untenliegender Nockenwelle dargestellt.

Bauteile:

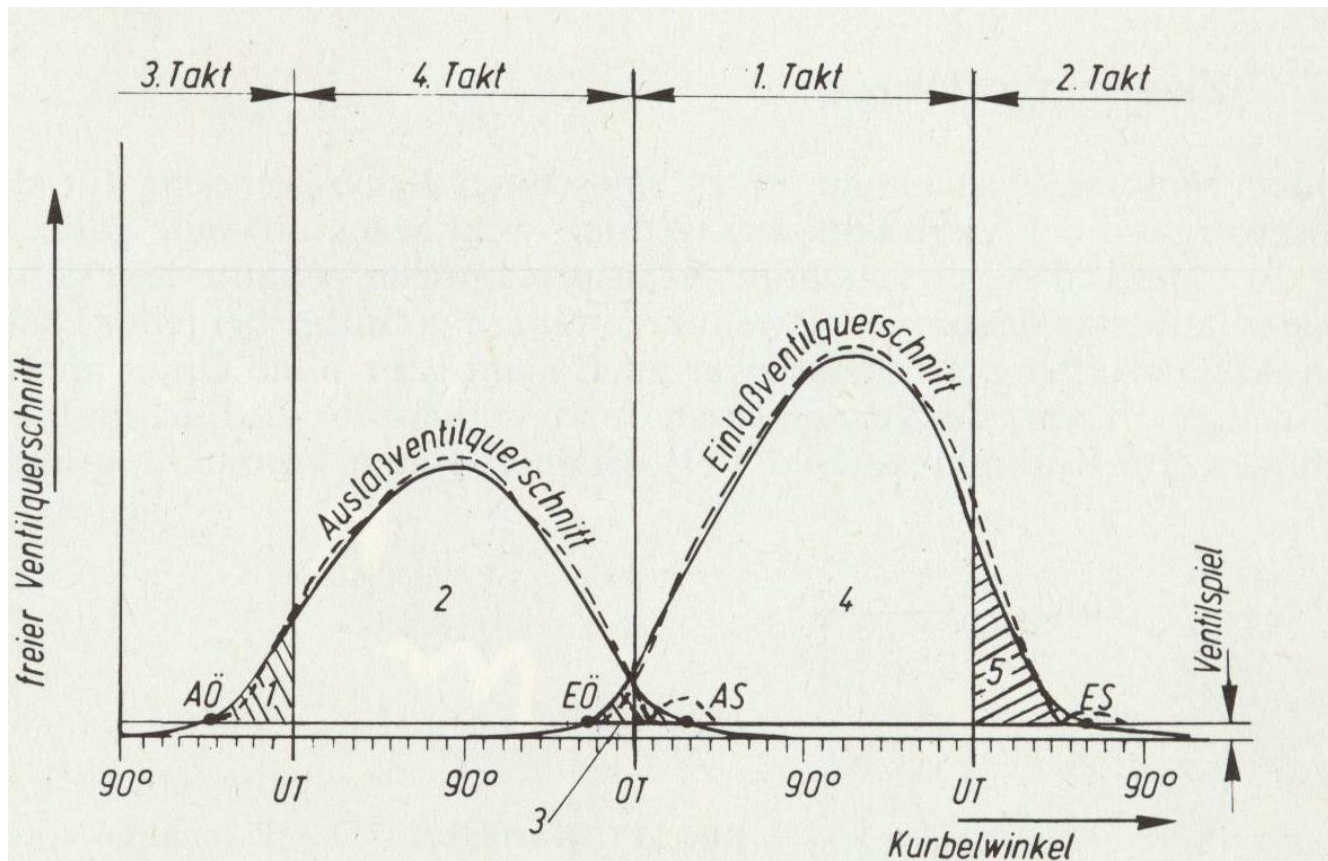
1. Ventil
2. Ventalfeder
3. Kipphebel
4. Stößelstange
5. Pilzstößel
6. Nockenwelle

Ventile sind:

- zwangsgesteuert
- dichten nach innen ab
- Einlass schließt nach UT (Trägheit des Gases)
- Einlass ist größer als Auslass

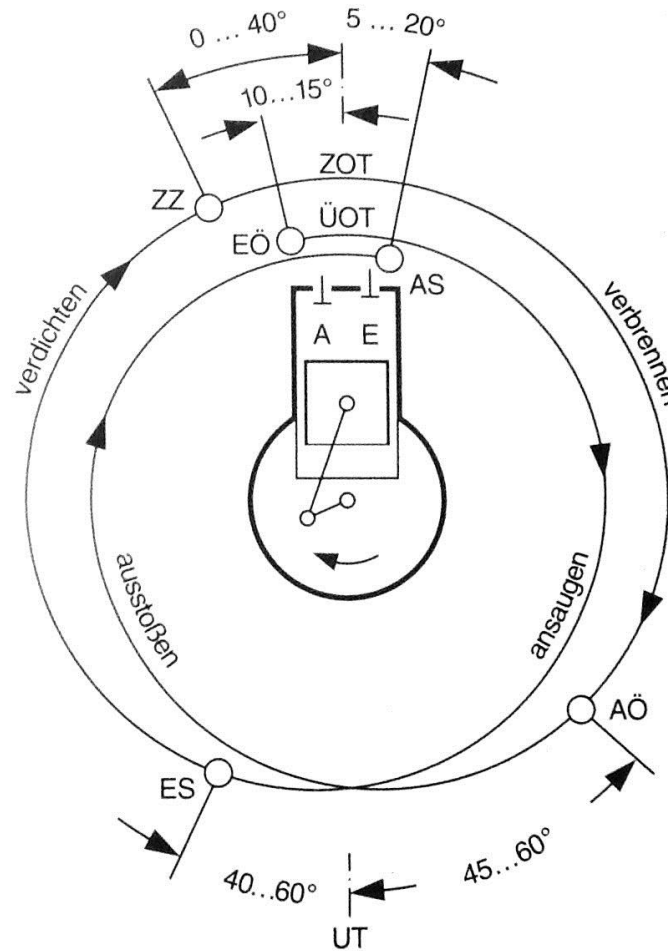
**Bild 10.** Ventilsteuerung mit untenliegender Nockenwelle

## Ventilsteuerdiagramm eines 4-Takt-Verbrennungsmotors

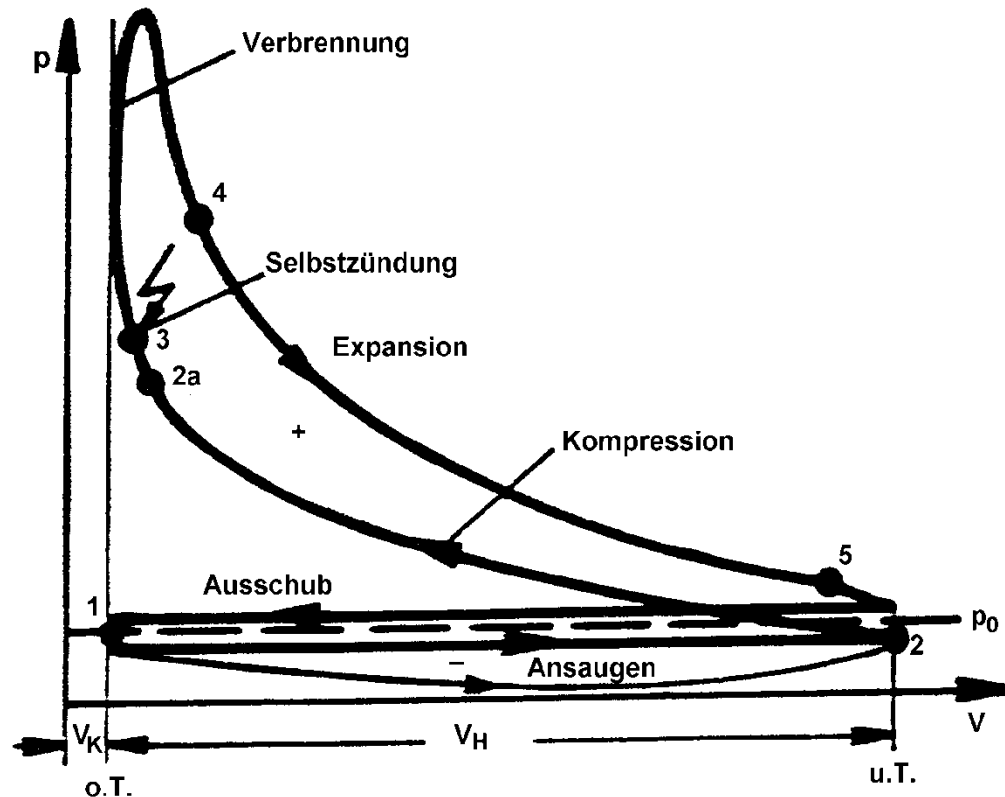


Freigabe des Ventilquerschnitts, ——— theoretisch - - - - - tatsächlich  
 AÖ Auslaßventil beginnt zu öffnen, AS Auslaßventil hat geschlossen, EÖ Einlaßventil  
 beginnt zu öffnen, ES Einlaßventil hat geschlossen

## Ventilsteuerzeiten eines 4-Takt-Verbrennungsmotors



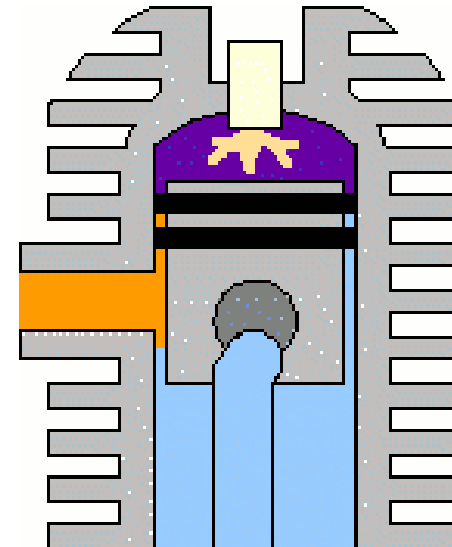
## reales p-V-Diagramm eines unaufgeladenen 4-Takt-Verbrennungsmotors



- der Ansaugtakt ist ein linksläufiger Kreisprozess, es wird Arbeit zugeführt
- der Verbrennungstakt ist ein rechtsläufiger Kreisprozess

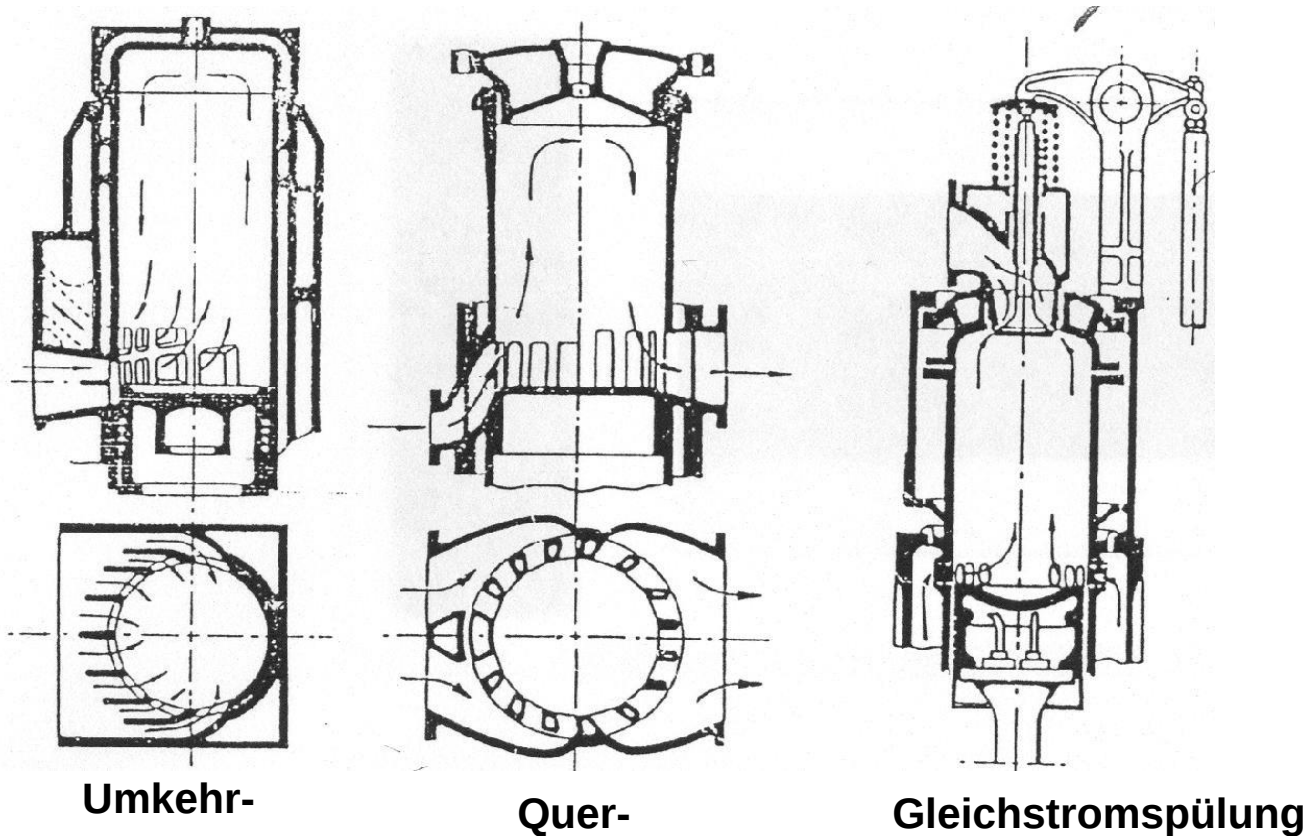
## Lenkung des Gasflusses bei Zweitakt-Ottomotoren

### Nasenkolben zur Lenkung des Gaswechsels



Bei moderneren Zweit-Otto-Motoren erfolgt die Lenkung des Gasflusses durch geeignete Wahl der geometrischen Anordnung der Überström- und Abgaskanäle zueinander sowie durch Sicherstellung eines entsprechenden Abgasgegendruckes durch eine geeignete Abgasanlage

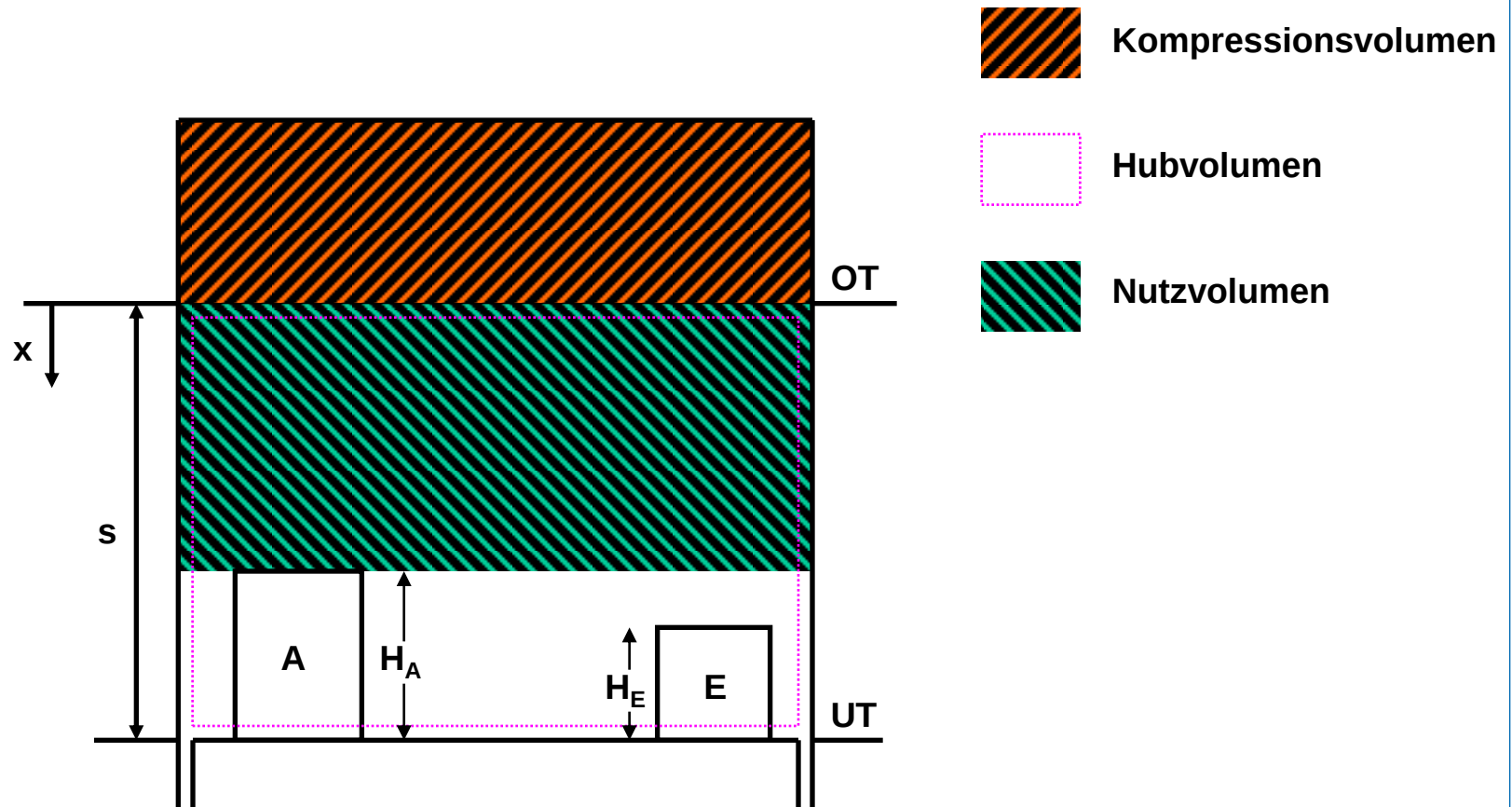
## Spülarten für 2-Takt-Diesel-Großmotoren



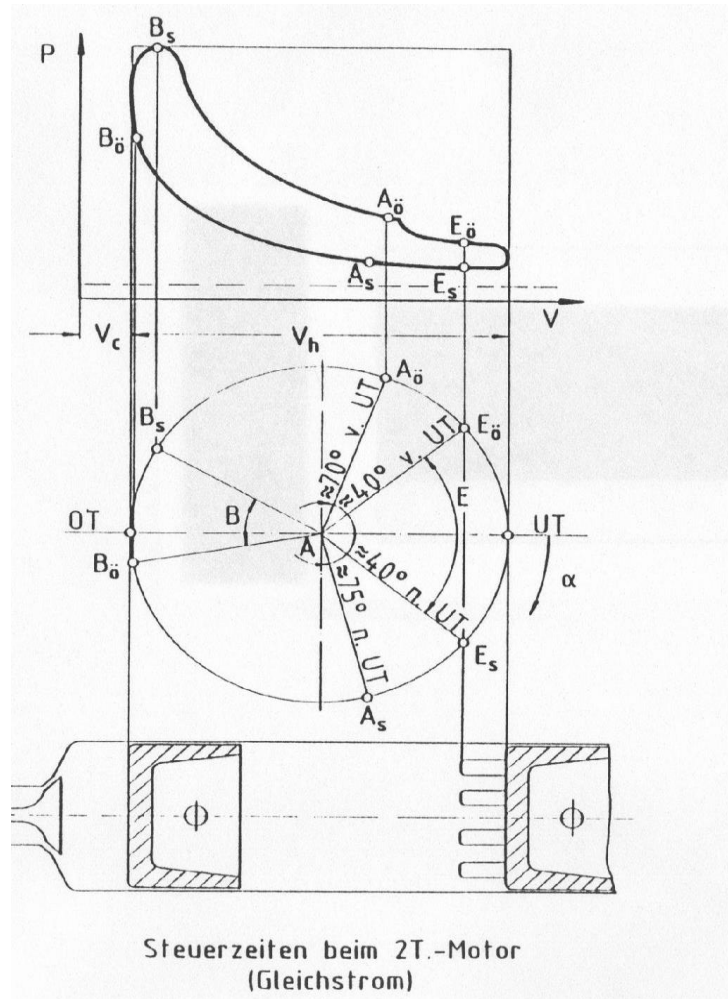
Alle modernen 2-Takt-Kreuzkopfdieselmotoren verwenden  
Gleichstromspülung (Grund: extrem lange Hübe erlauben kein anderes  
Spülverfahren)



## schematischer Aufbau eines 2-Takt-Motor-Zylinders



## Steuerzeiten eines 2 – Takt – Motors



## Kolbenweg

$\varphi$  – Kurbelwinkel

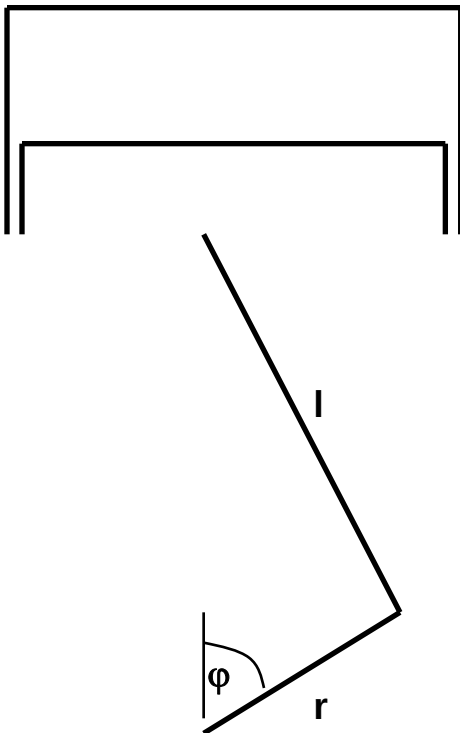
$l$  – Pleuellänge

$r$  – Kurbelradius

$\lambda_p = r/l$  Pleuelstangenverhältnis

$s = 2r$

$s_N = s - H_A$



Nutzverdichtungsverhältnis

$$\varepsilon_N = \frac{V_C + V_N}{V_C}$$

Kolbenweggleichung

$$x(\varphi) = r \left( 1 - \cos \varphi + \frac{\lambda_p}{2} \sin^2 \varphi \right)$$

## Übung 5: Ladungswechsel Zweitaktmotor

Gegeben ist ein Zweitaktmotor mit folgenden Daten:

|                                        |                             |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| Kolbendurchmesser                      | $D = 140 \text{ mm}$        |
| Hub                                    | $s = 150 \text{ mm}$        |
| Verdichtungsverhältnis                 | $\varepsilon = 24$          |
| Drehzahl                               | $n = 2000 \text{ min}^{-1}$ |
| Pleuelstangenlänge                     | $l = 300 \text{ mm}$        |
| Höhe der Auslassschlitze               | $H_A = 46 \text{ mm}$       |
| Gesamtbreite der Auslassschlitze       | $B_A = 110 \text{ mm}$      |
| Höhe der Einlassschlitze               | $H_E = 30 \text{ mm}$       |
| Gesamtbreite der Einlassschlitze       | $B_E = 140 \text{ mm}$      |
| (alle Schlitze sollen rechteckig sein) |                             |

Wie groß sind:

- das Nutzverdichtungsverhältnis
- die Steuerzeiten AÖ, AS, EÖ und ES
- Temperatur und Druck im Brennraum beim Kurbelwinkel von  $30^\circ$  vor OT, wenn bei AS die Brennraumtemperatur  $315 \text{ K}$  und der Brennraumdruck  $2 \text{ bar}$  beträgt

Es wird eine isentrope Verdichtung und die Luft als ideales Gas angenommen.