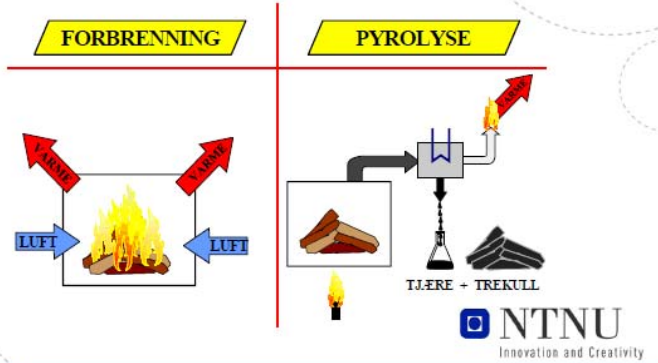


# Løsning 10a:

15

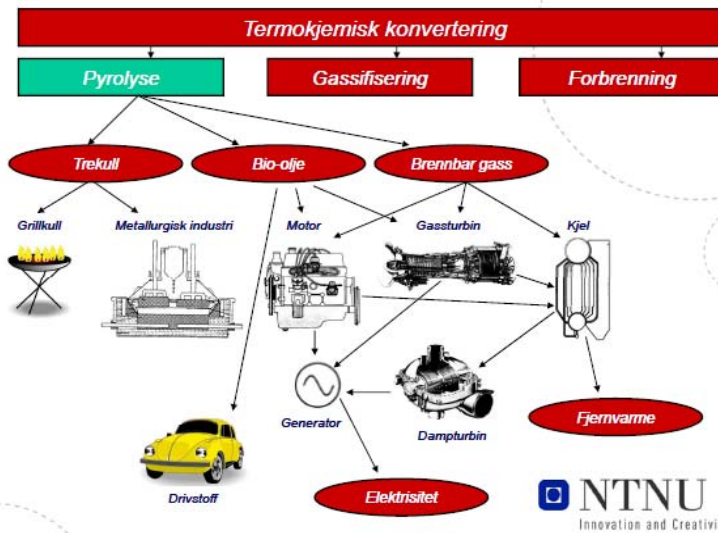
## Pyrolyse av biomasse

Ved pyrolyse varmes brenselet opp i en oksygenfri atmosfære og det dannes bio-olje/tjære, brennbare gasser ( $CH_4$ ,  $CO$ ,  $H_2$ ) og fast karbon (trekull).



www.ntnu.no

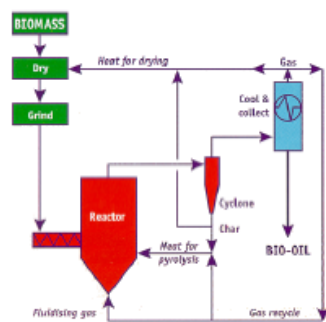
16



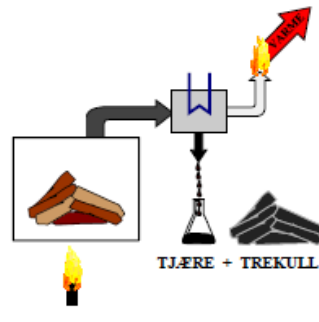
www.ntnu.no

### Hurtig pyrolyse bio-olje

### Sakte pyrolyse trekull



Trekull	12 vekt%
Bio-olje	75 vekt%
Gass	13 vekt%

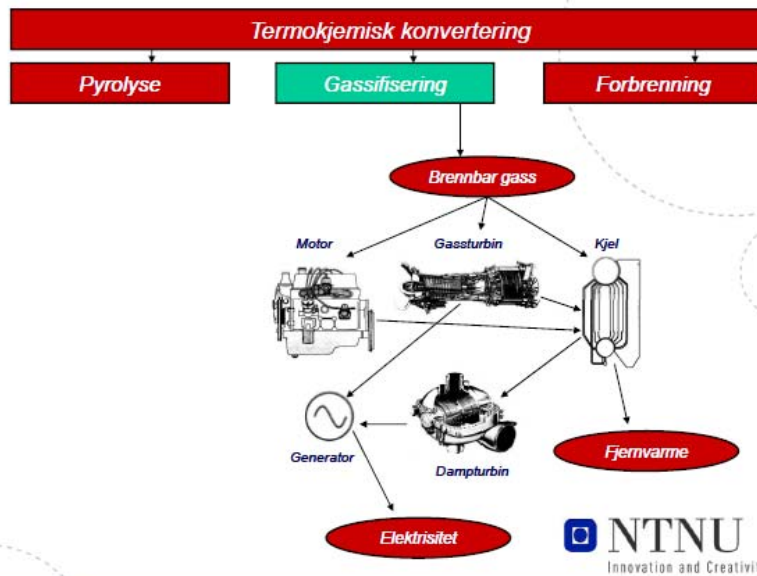


Trekull	35 vekt%
Tjære	30 vekt%
Gass	35 vekt%

## Gassifisering av Biomasse

Ved gassifisering (= forbrenning med luftunderskudd) omformes biomasse til et gassformig brensel som kan utnyttes i flere systemløsninger for produksjon av kraft og varme.

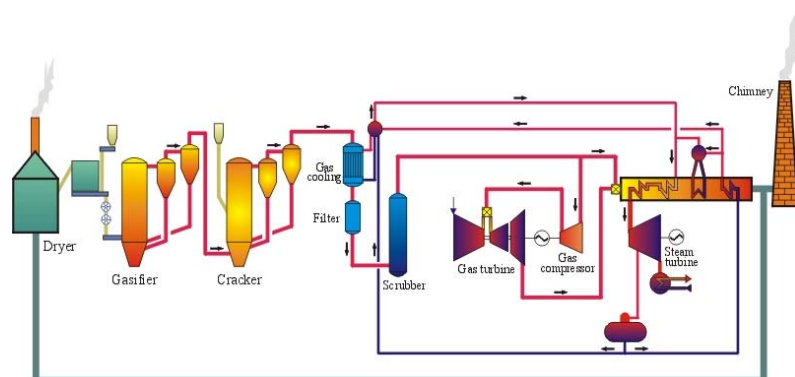
Forbrenning	Gassifisering
$C + O_2 \rightarrow CO_2$	$C + CO_2 \rightarrow 2CO$
	$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$



### Reaktorer:

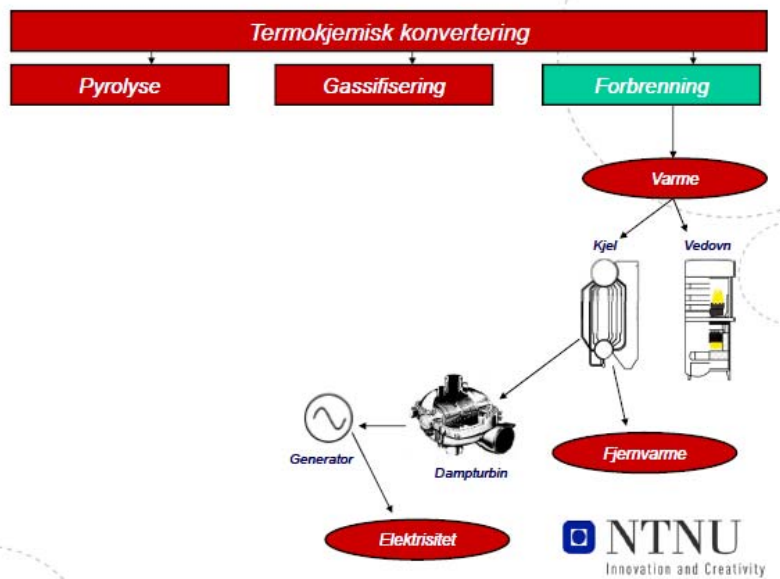
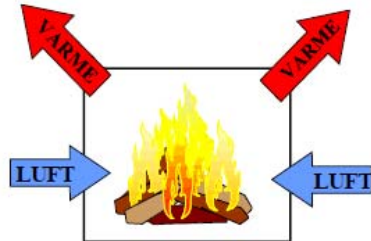
- Updraft
- Downtraft
- Fluidized bed

IGCC = Integrated Gasification Combined Cycle



## Forbrenning av biomasse

Forbrenning vil si endelig oksidasjon av de flyktige komponentene og karbonfraksjonen framkommet fra pyrolysen.



### Eksempler:

Varmebehov	Aktuelt biobrenselanlegg
Enebolig med elektrisk oppvarming	Ildsted med fastbrensel
Enebolig med vannbåren oppvarming	1 Vedkjel med akkumulator 2 Pelletsbrenner i kjel 3 Undermaterstoker for flis eller pellets
50-200 kW effekt	1 Undermaterstoker for flis eller pellets 2 Pelletsbrenner for innmontering i kjel
200-500 kW effekt	1 Undermaterstoker for flis, pellets eller briketter 2 Pelletsbrenner for innmontering i kjel 3 Ovn med fast rist for flis, pellets eller briketter
500-1000 kW effekt	1 Undermaterstoker for flis, pellets eller briketter 2 Ovn med fast rist for flis, pellets eller briketter 3 Ovn med bevegelig rist for flis, pellets eller briketter
1000-2000 kW effekt	1 Ovn med bevegelig rist for flis, bark eller briketter 2 Undermaterstoker for flis, bark eller briketter
> 5000 kW effekt	1 Ovn med bevegelig rist for flis eller bark 2 Fluidized bed

## Løsning 10b:

Gassifisering fordi man kan benytte en kombinert gassturbin og dampturbin syklus, såkalt IGCC = Integrated Gasification Combined Cycle noe som gir høyest el.-virkningsgrad.

## Løsning 12

Pyrolysis of wood has been studied by TGA at a heating rate of 10°C/min in nitrogen (200 ml/min).

$$-\frac{d(m/m_0)}{dt} = k \cdot \left( \frac{m - m_{char}}{m_0} \right) \quad \text{where:} \quad k = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{R_0T}\right)$$

$$\left[ \frac{\frac{d(m/m_0)}{dt}}{\left( \frac{m - m_{char}}{m_0} \right)} \right] = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{R_0T}\right)$$

$$\ln \left[ \frac{\frac{d(m/m_0)}{dt}}{\left( \frac{m - m_{char}}{m_0} \right)} \right] = \ln(A) - \frac{E}{R_0T}$$

$$m_{char}/m_0 \quad \quad \quad 0.2$$

T [°C]	275	325	350	375
T [K]	548	598	623	648
m/m <sub>0</sub>	0.95	0.75	0.55	0.30
Y = (m - m <sub>char</sub> )/m <sub>0</sub>	0.75	0.55	0.35	0.10
X = -d(m/m <sub>0</sub> )/dt	0.00035	0.00100	0.00150	0.00120
X/Y	0.00047	0.00182	0.00429	0.01200
1/T	0.00182	0.00167	0.00161	0.00154
ln(X/Y)	-7.6699	-6.3099183	-5.45247	-4.42285

$$R_0 \quad \quad \quad 8.314 \text{ kJ/kmol K}$$

$$\text{Stigningstall} \quad \quad \quad -11226$$

$$\text{Aktiveringsenergi } E = \quad \quad 93.33 \quad \quad \text{kJ/kmole}$$

$$\text{Frekvensfaktor} \quad \ln(A) = \quad \quad 12.686 \quad \quad \quad A=2.54$$

