

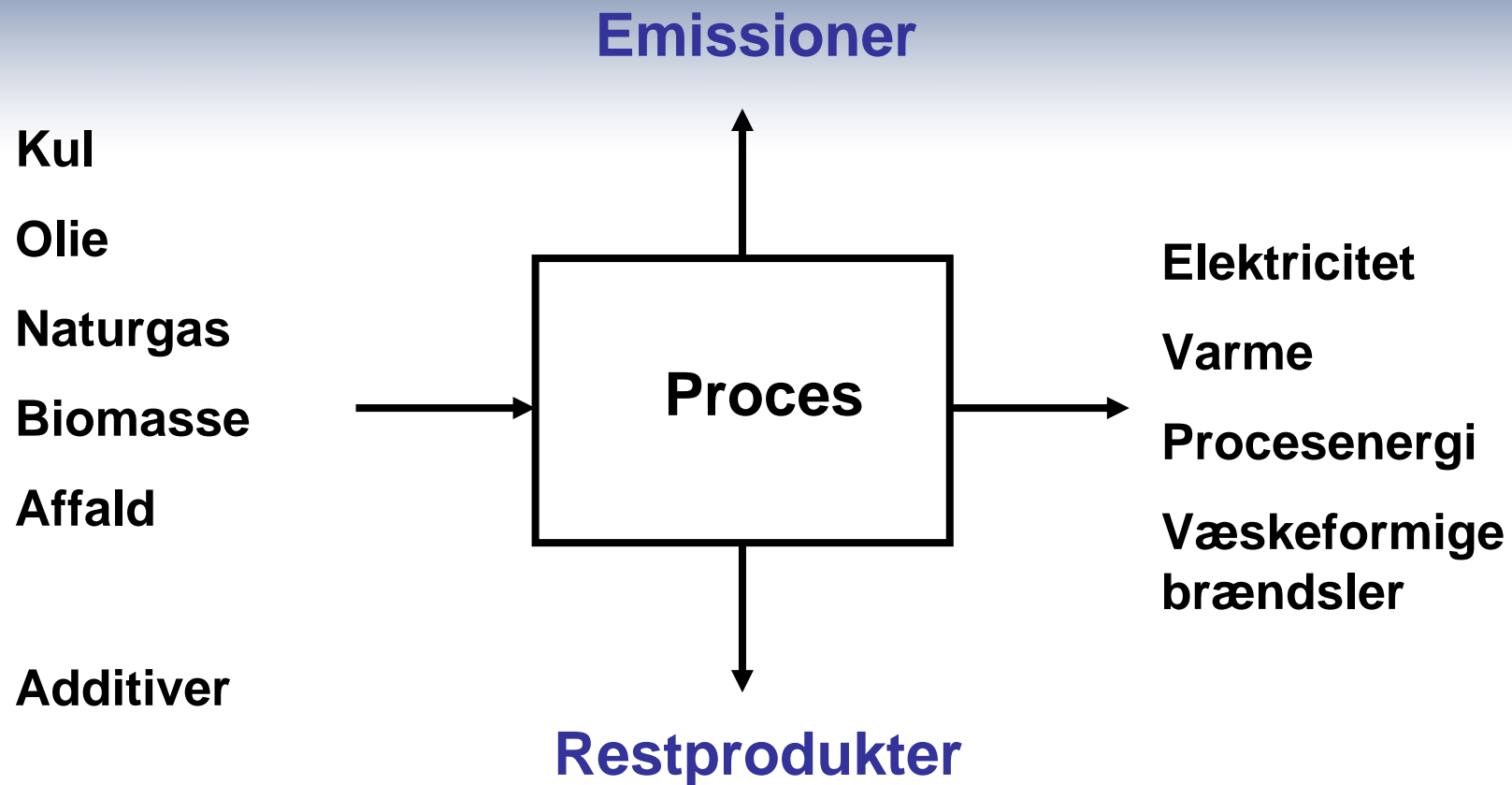
# Høring om Brændeovne

## 25. april 2007

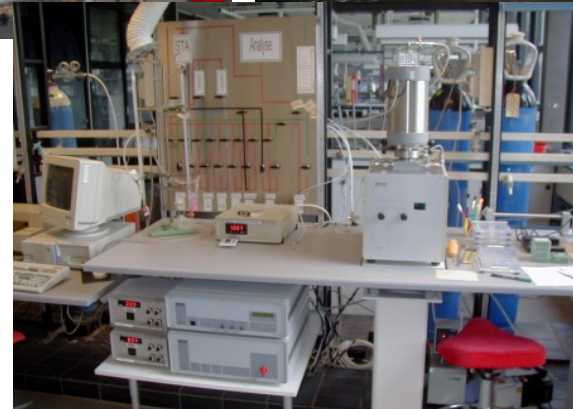
Tekniske muligheder for at reducere forurening fra brændeovne

Kim Dam-Johansen  
Institut for Kemiteknik  
Danmarks Tekniske Universitet

- Institutdirektør, Institut for Kemiteknik, DTU
- Professor – Forbrænding og Reaktionsteknik
- Leder af forskningscenteret CHEC – Combustion and Harmful Emission Control
  - Forbrænding og Forgasning
  - Begrænsning af skadelige emissioner, bl.a.
    - SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>
    - Uforbrændte gasformige komponenter
    - Partikler



Experimenter i laboratoriet, pilotskala og fuld skala  
Modellering: Kinetik, CFD, generelt



# Brændeovne – energimæssig fornuft ?

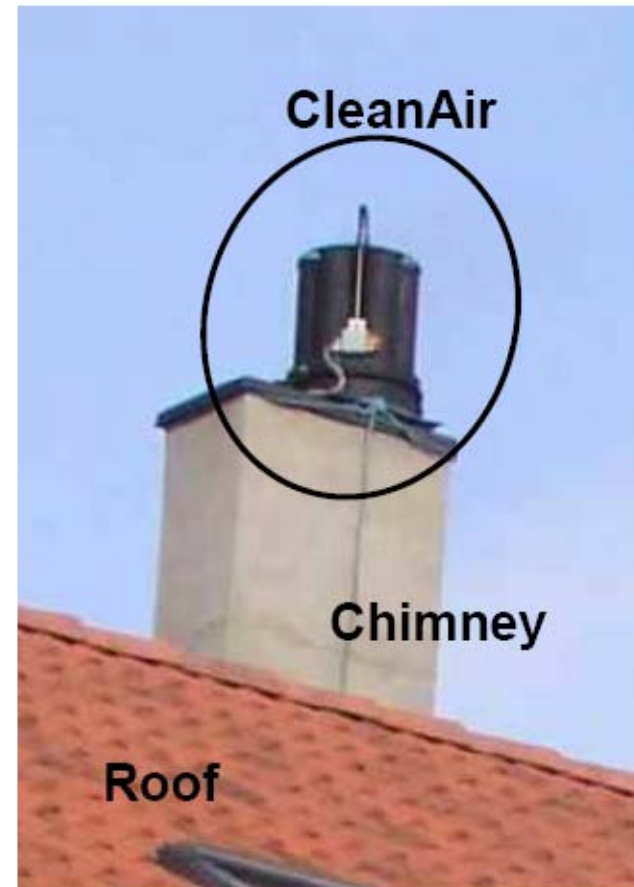
- Fjernvarmekedel virkningsgrad 80-90 % - tab i ledningsnet 20-30 %
- Ny brændeovn: 75 % virkningsgrad

# Brændeovne – energimæssig fornuft ?

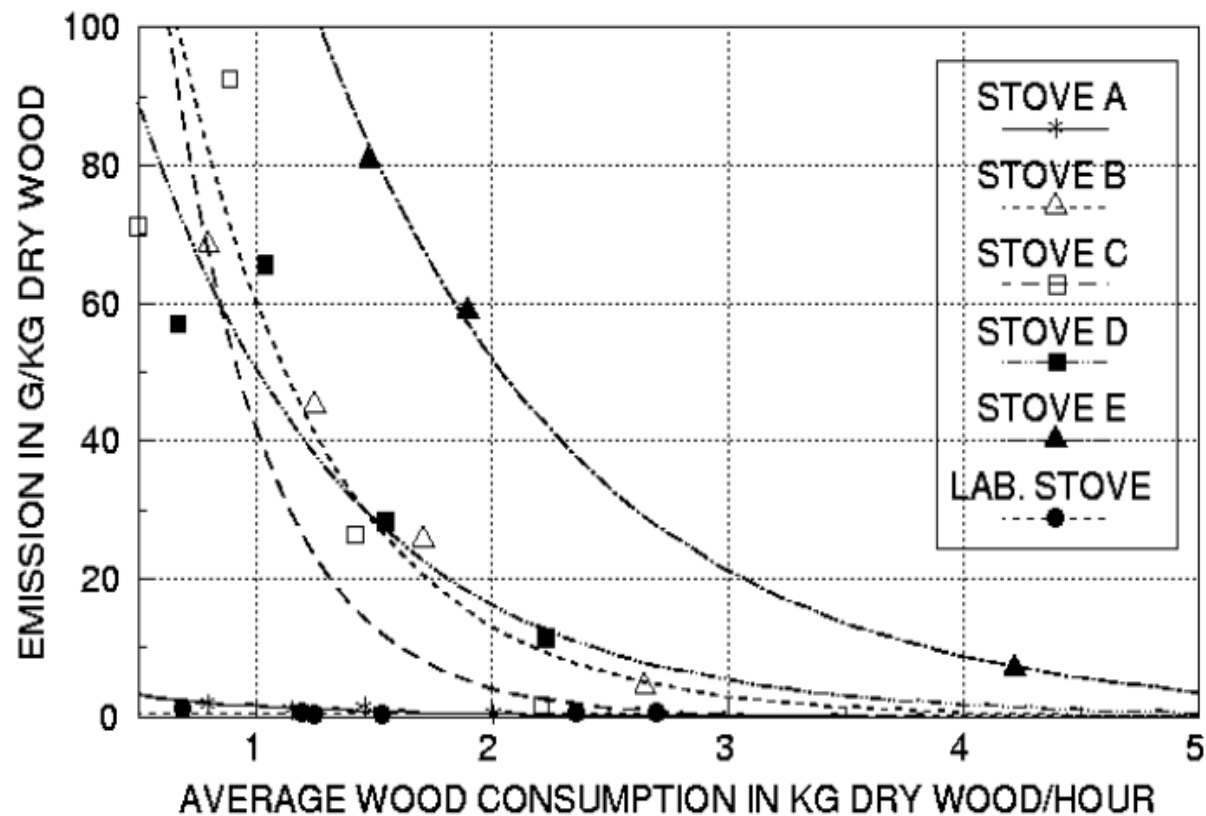
- Fjernvarmekedel virkningsgrad 80-90 % - tab i ledningsnet 20-30 %
- Ny brændeovn: 75 % virkningsgrad

Men kan emissionerne af skadelige stoffer mindskes?

# Partikelrensning

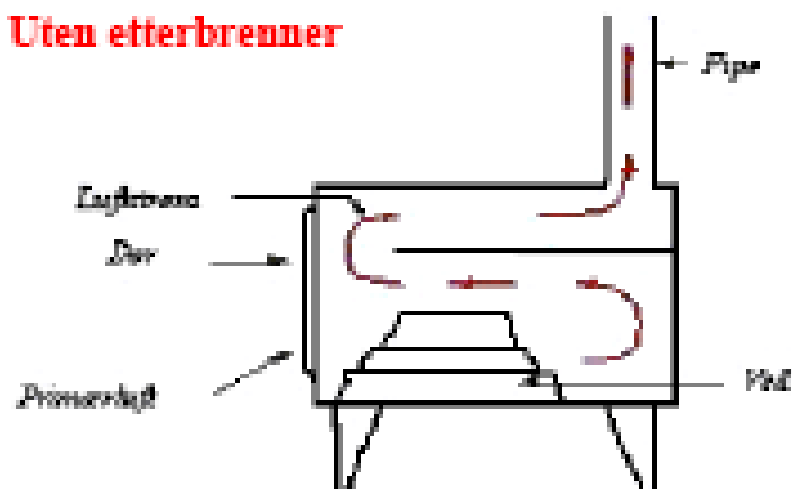


# Partikelemission i afhængighed af forbrændingsintensitet

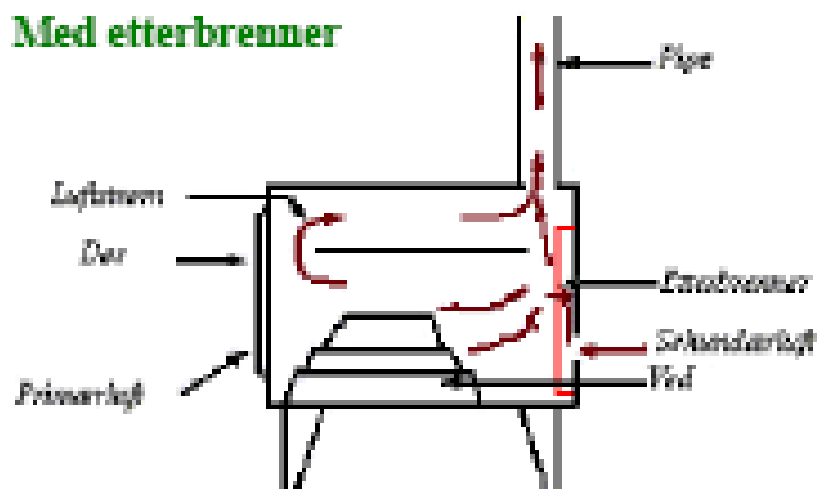




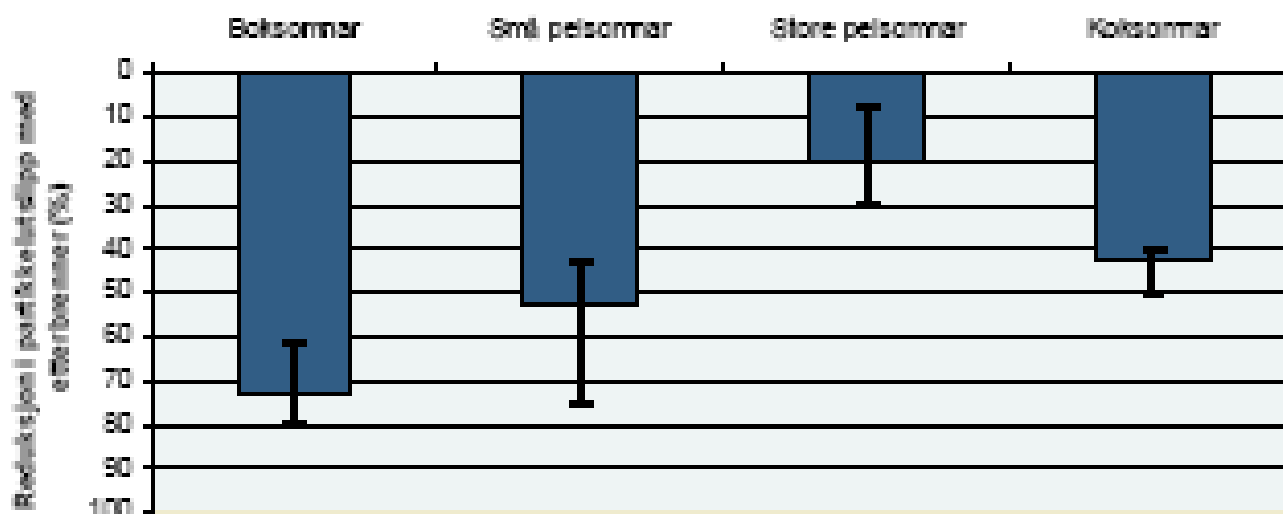
### Uten etterbrenner



### Med etterbrenner



Laboratoriemålinger





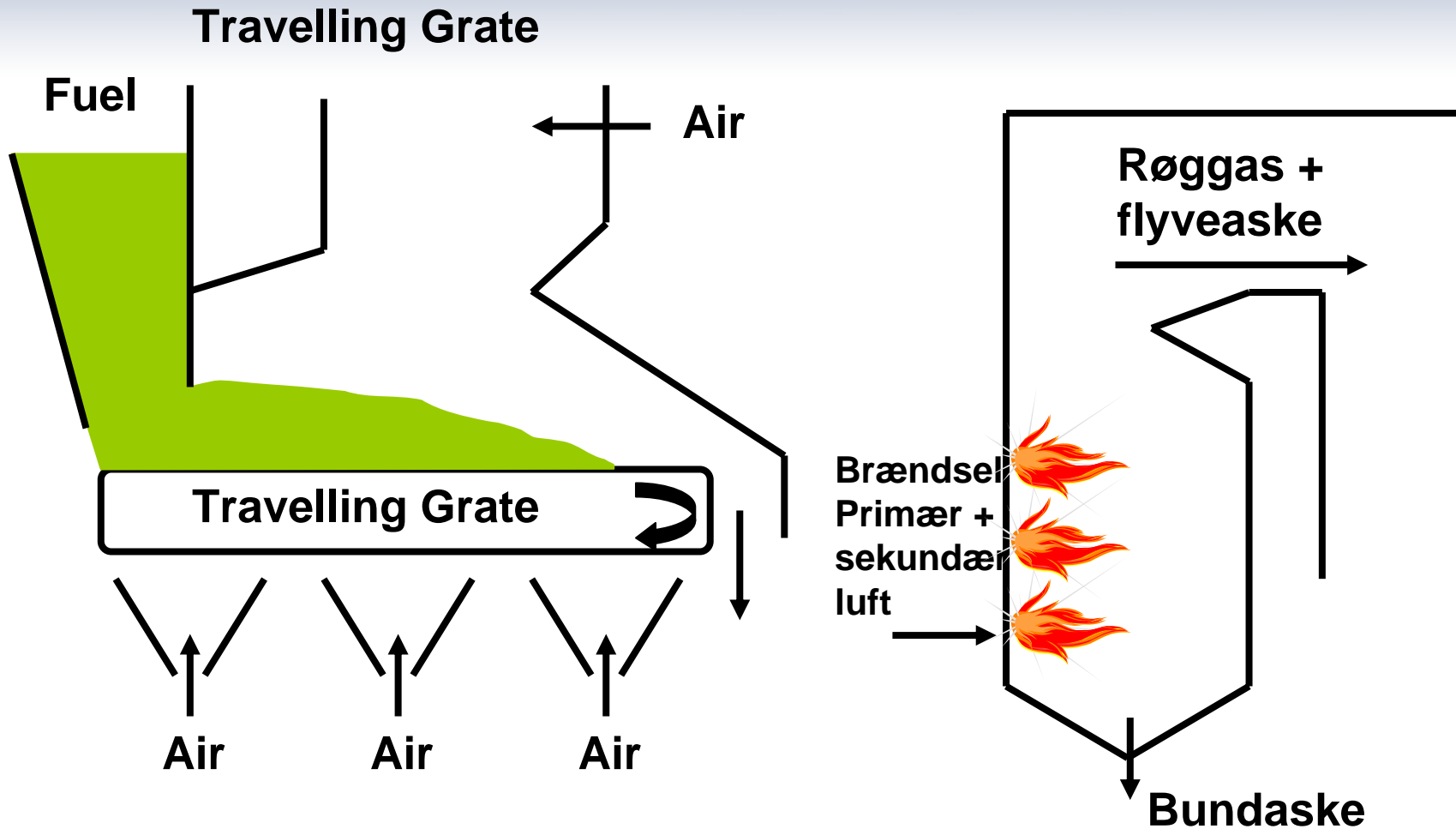
# Brændeovne – energimæssig fornuft ?

- Fjernvarmekedel virkningsgrad 80-90 % - tab i ledningsnet 20-30 %
- Ny brændeovn: 75 % virkningsgrad

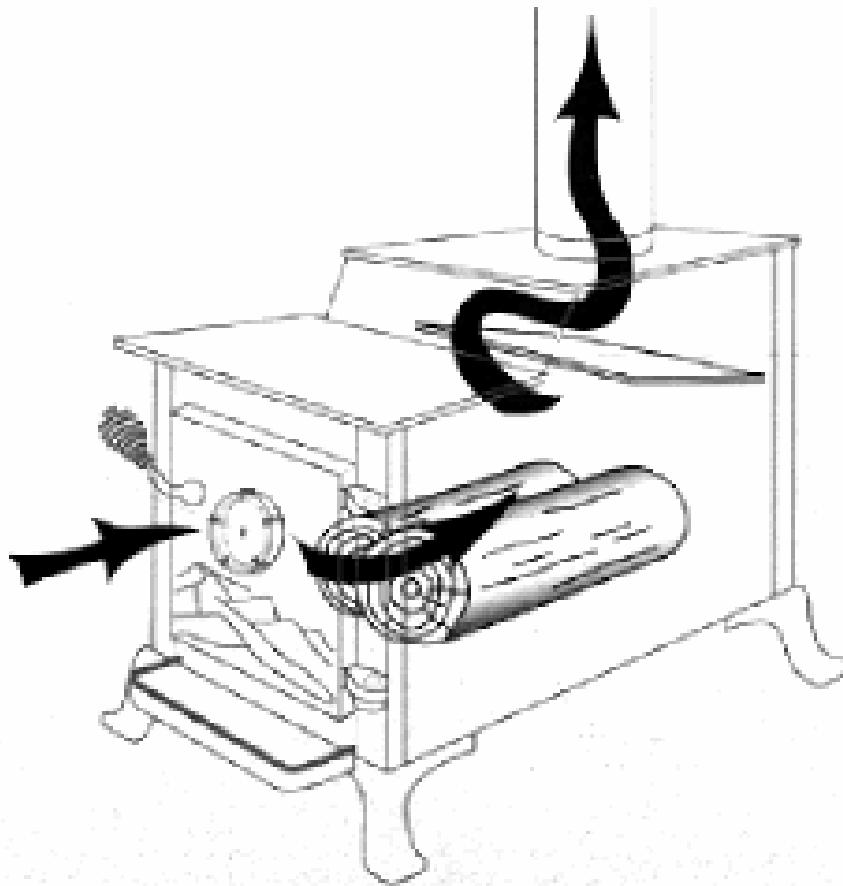
Men kan emissionerne af skadelige stoffer mindskes?

Ja – men der har aldrig været sat fokus på det i DK

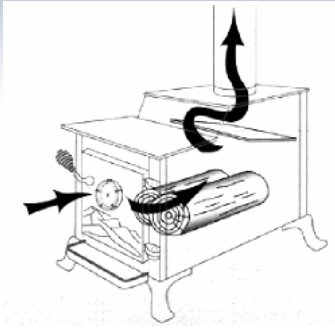
# Store fyringsanlæg – velkontrollerede og konstante forbrændingsbetingelser



## Brændeovne – batch proces – ændringer over tid



- Brændeovne er små individuelle enheder der er vanskelige at styre
- emissioner af visse stoffer er høje i perioder af forbrændingen
- skorstenshøjden lav



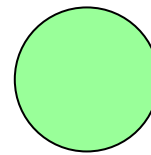
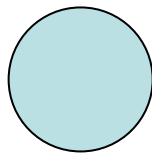
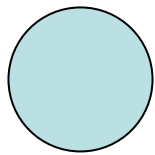
Flygtige bestanddele



CO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>O

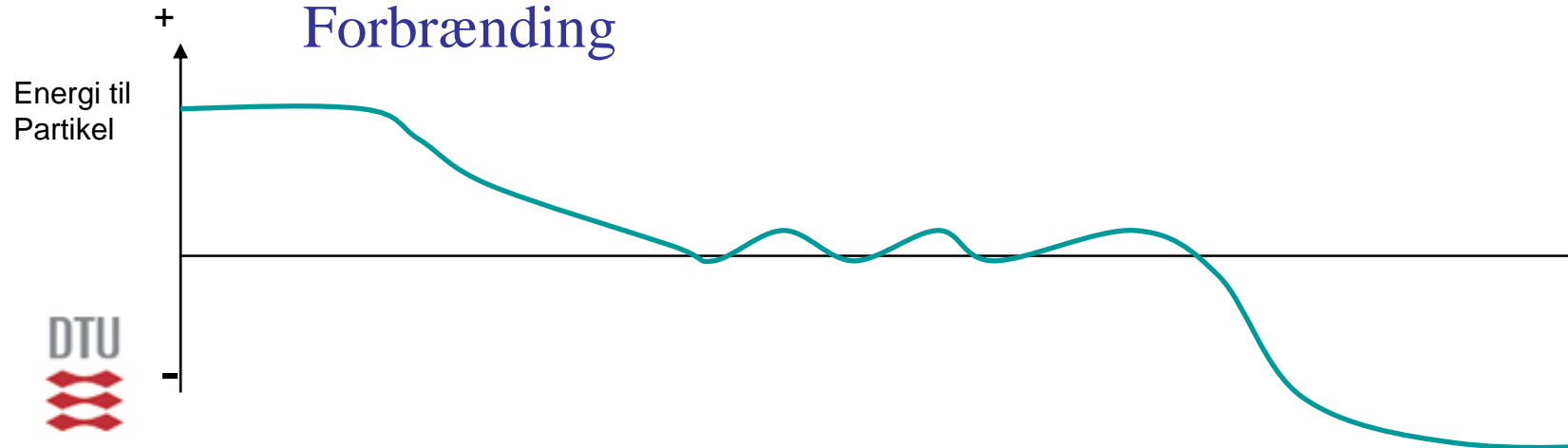
Koks



Aske

Opvarmning  
Forbrænding

Pyrolyse



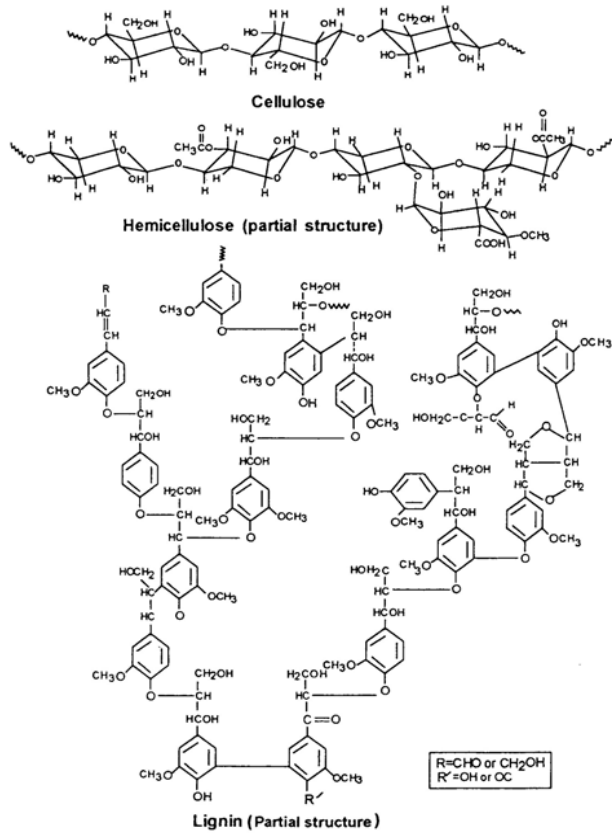
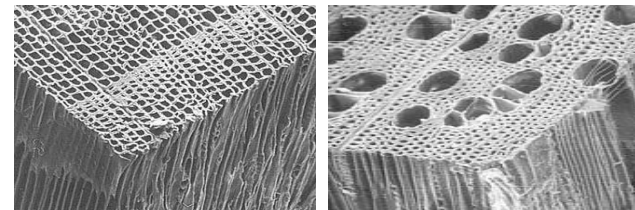
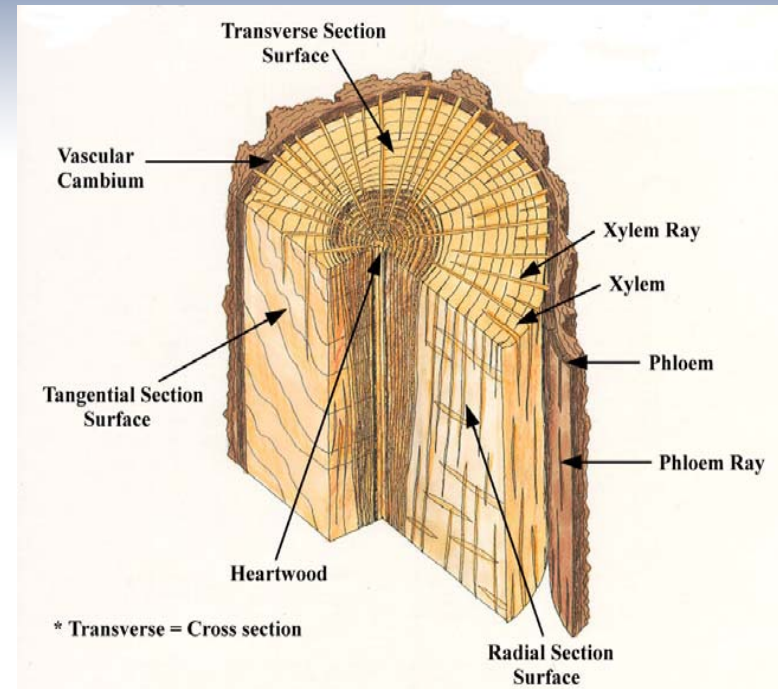


Figure 9 Major polymeric components of plant materials [84].



[www.steve.gb.com/science/plant\\_growth.html](http://www.steve.gb.com/science/plant_growth.html)

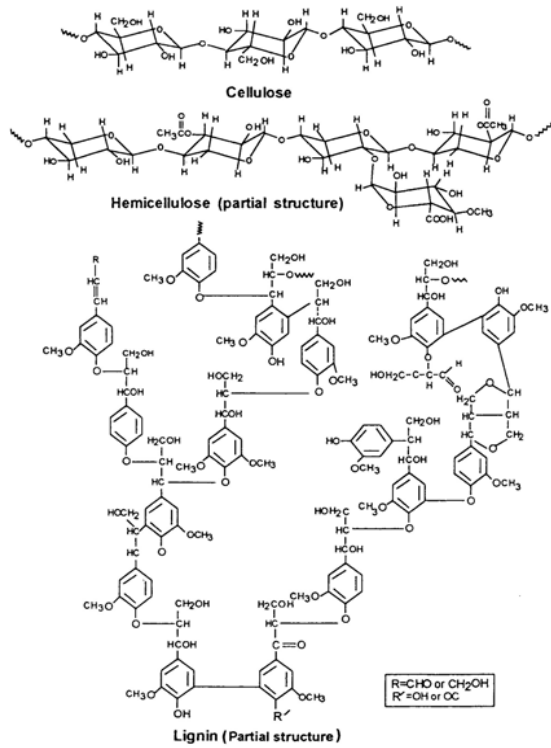
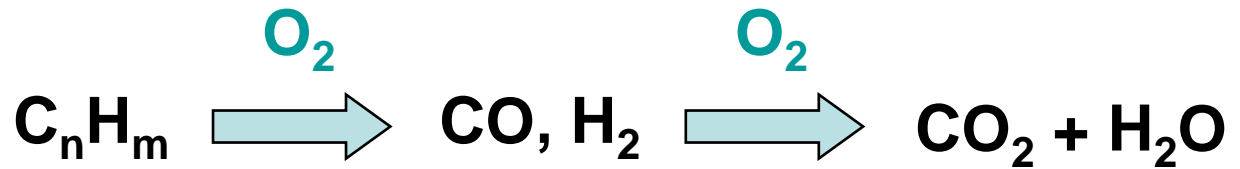


Figure 9 Major polymeric components of plant materials [84].



**koks**



+ en række andre organiske gasser og tjæreforbindelser

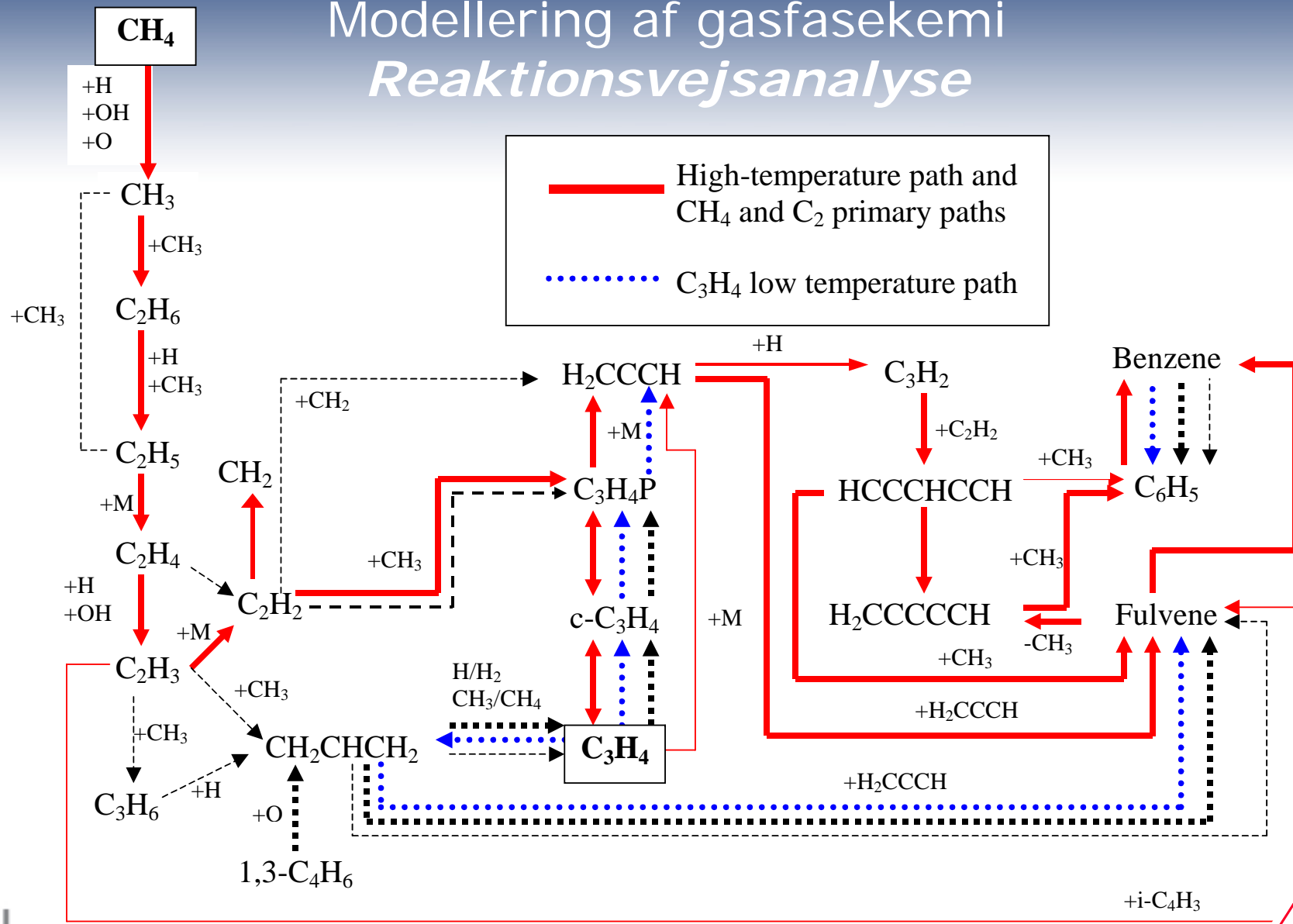


# Væsentligste emissionsproblemer

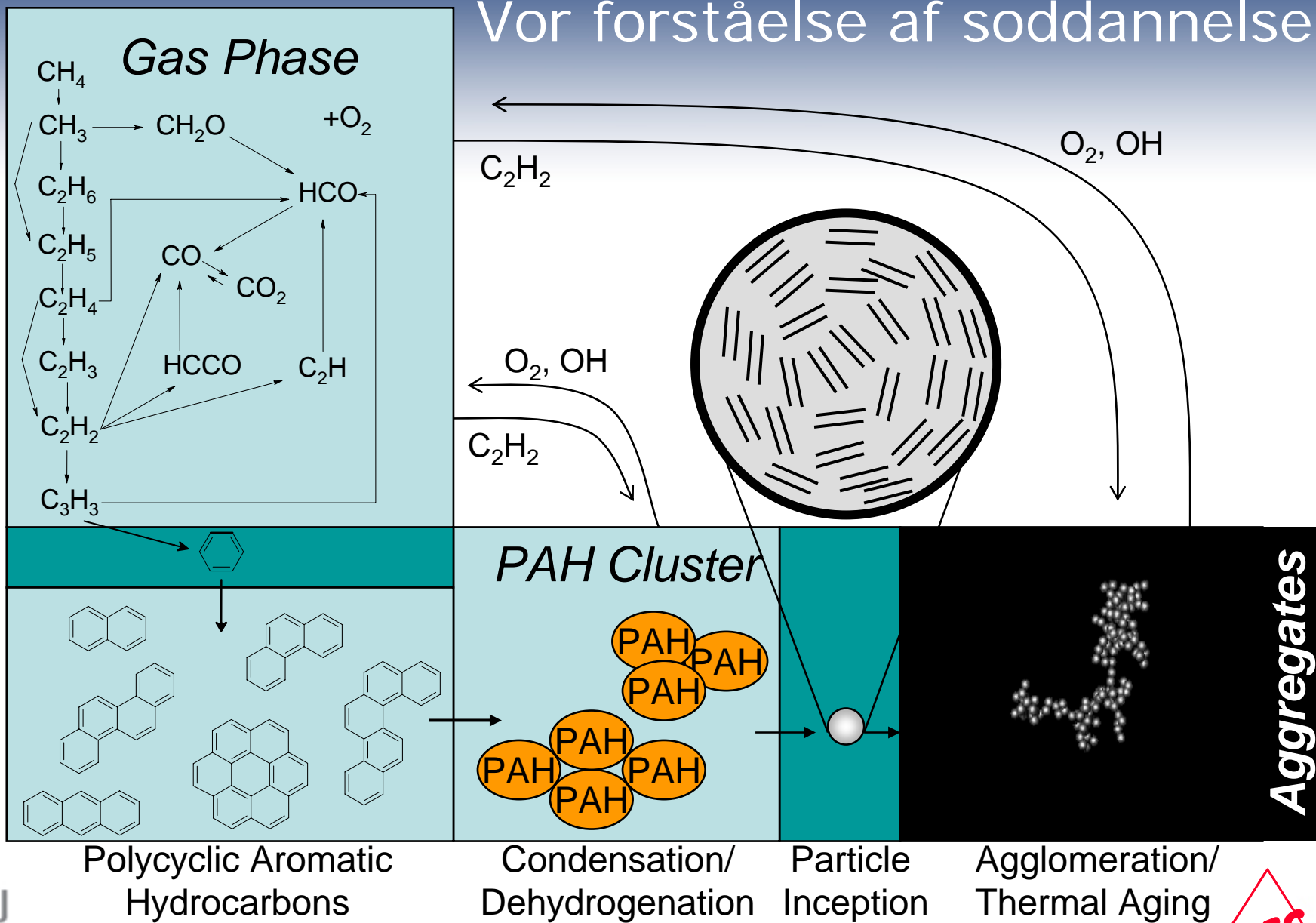
- PAH (polyaromatiske hydrocarboner)
  - VOC (Flygtige organiske forbindelser)
  - Dioxiner
  - CO
- 
- Gasser – tjære – partikler (sod)

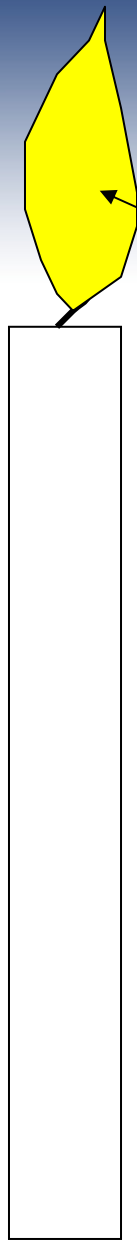
# Modelling af gasfasekemi

## Reaktionsvejsanalyse



# Vor forståelse af soddannelse





Sod

# Væsentligste emissionsproblemer

- PAH (polyaromatiske hydrocarboner)
  - VOC (Flygtige organiske forbindelser)
  - Dioxiner
  - CO
- 
- Gasser – sod – partikler (sod)

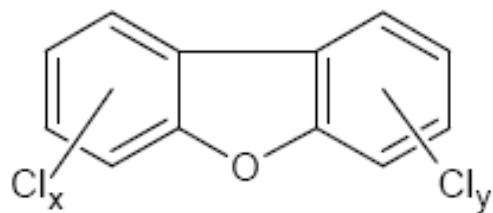
Det meste kan klares med en god forbrænding (høj temperatur, god opblanding, tilstrækkelig opholdstid) – over HELE forbrændingsforløbet

Men:

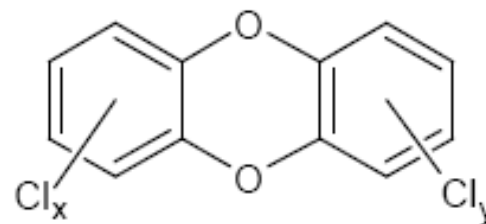


Dioxin kan syntetiseres ved lavere temperatur  
(Dam-Johansen og Jensen, 1996)

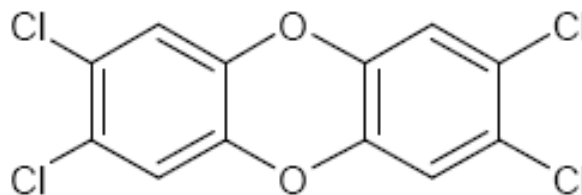




**PCDFs**



**PCDDs**

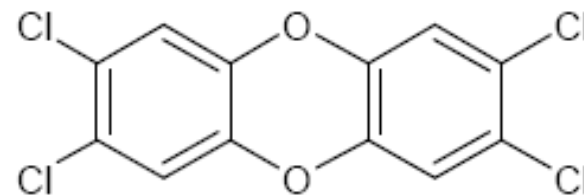
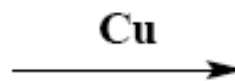


Kan syntetiseres fra enten "precursors" fra ufuldstændig forbrænding –  
Eller ved katalyseret syntese fra "simple forbindelser"

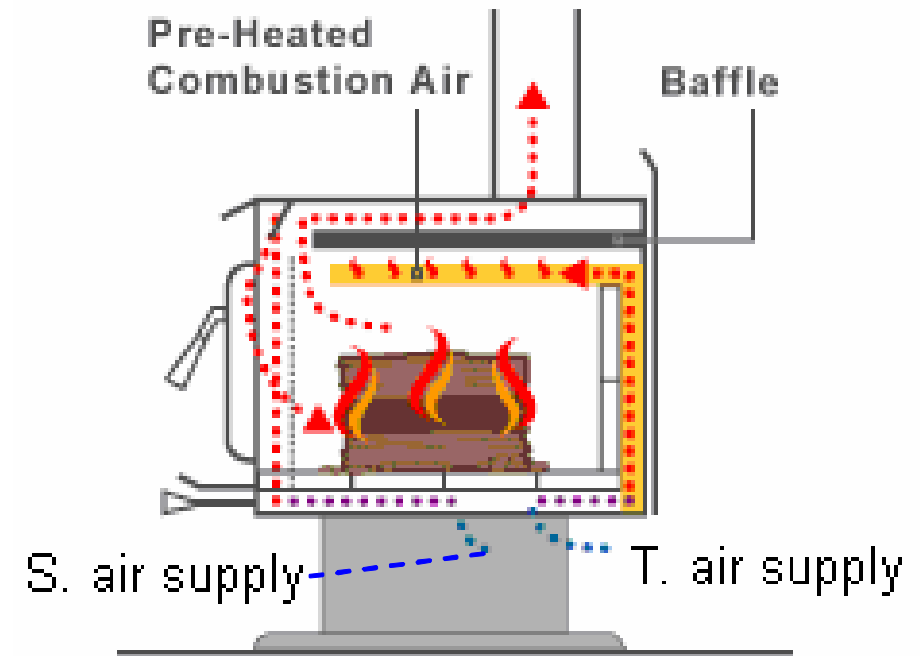
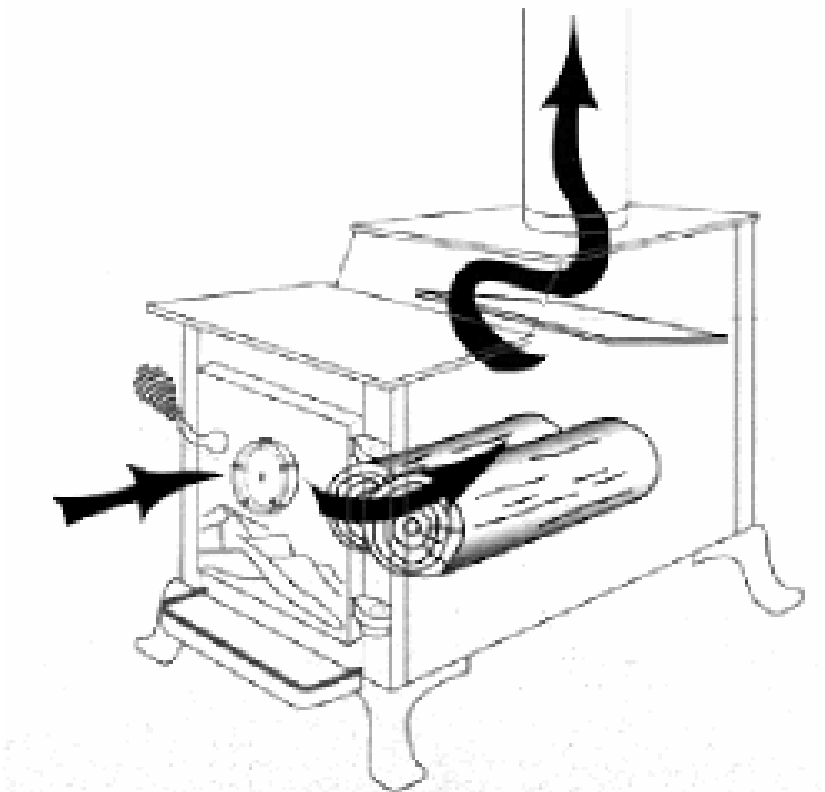
KULSTOF

+

KLOR



Syntesen mulig i temperaturområdet 200 – 500 °C)



Wood stove with emission reduction technology. [www.EPA.gov] Modified

Ref: [http://www.ec.gc.ca/science/sandejan99/article1\\_e.html](http://www.ec.gc.ca/science/sandejan99/article1_e.html)



