

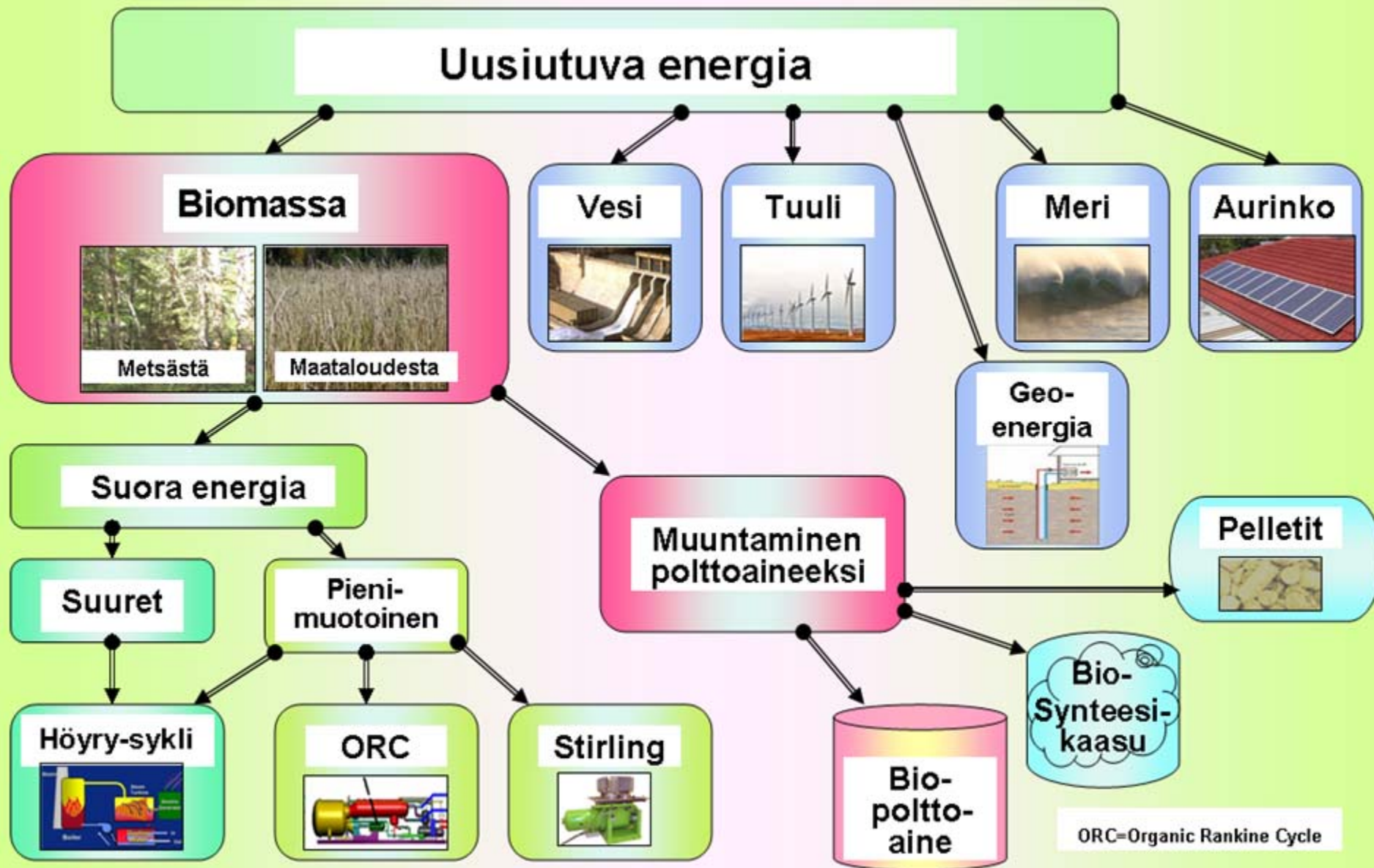
# Uusiutuvan energian tuotanto – haasteet ja mahdollisuudet



Ulla Lassi



# Vihreä energia



# Aurinkoenergian hyödyntäminen



Auringonvalo



Energian talteenotto, sähkö

# Kiinteät ja kaasumaiset polttoaineet

○ = HighBio



Metsästä



Maataloudesta

## Biomassa

### Kiinteät polttoaineet

- o Halko
- o Hake
- o Puu-pelletit

Hakkuutäh-teestä saatava hake sekä kannot



### Kaasutus

Pyrolyysi

Puukaasu  
Bio-Syngas



### Biokaasutuotanto

Bakteerit

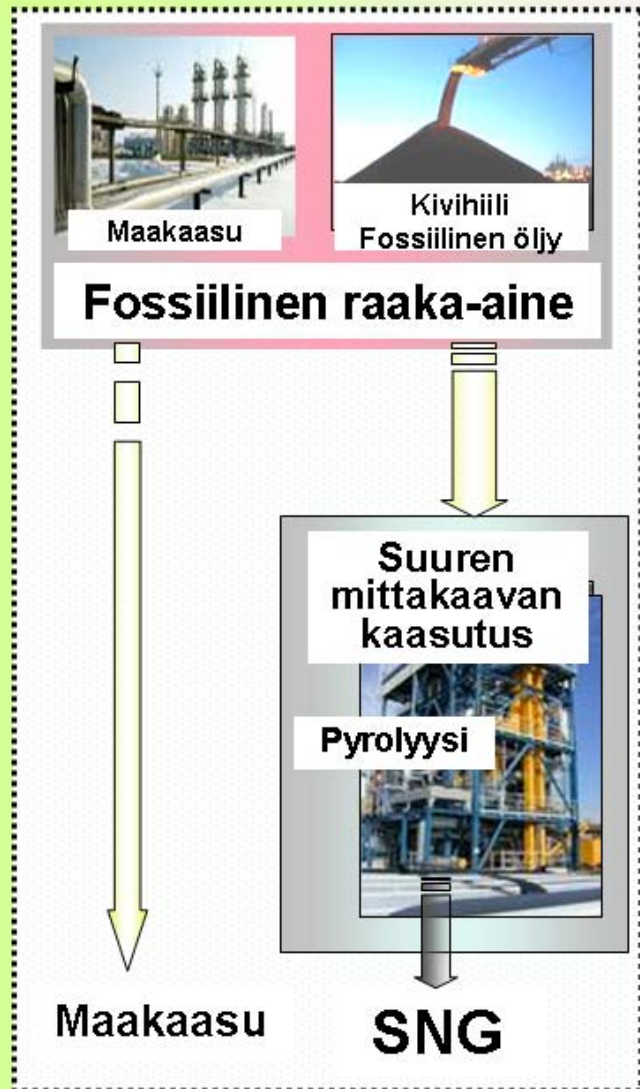
Biokaasu



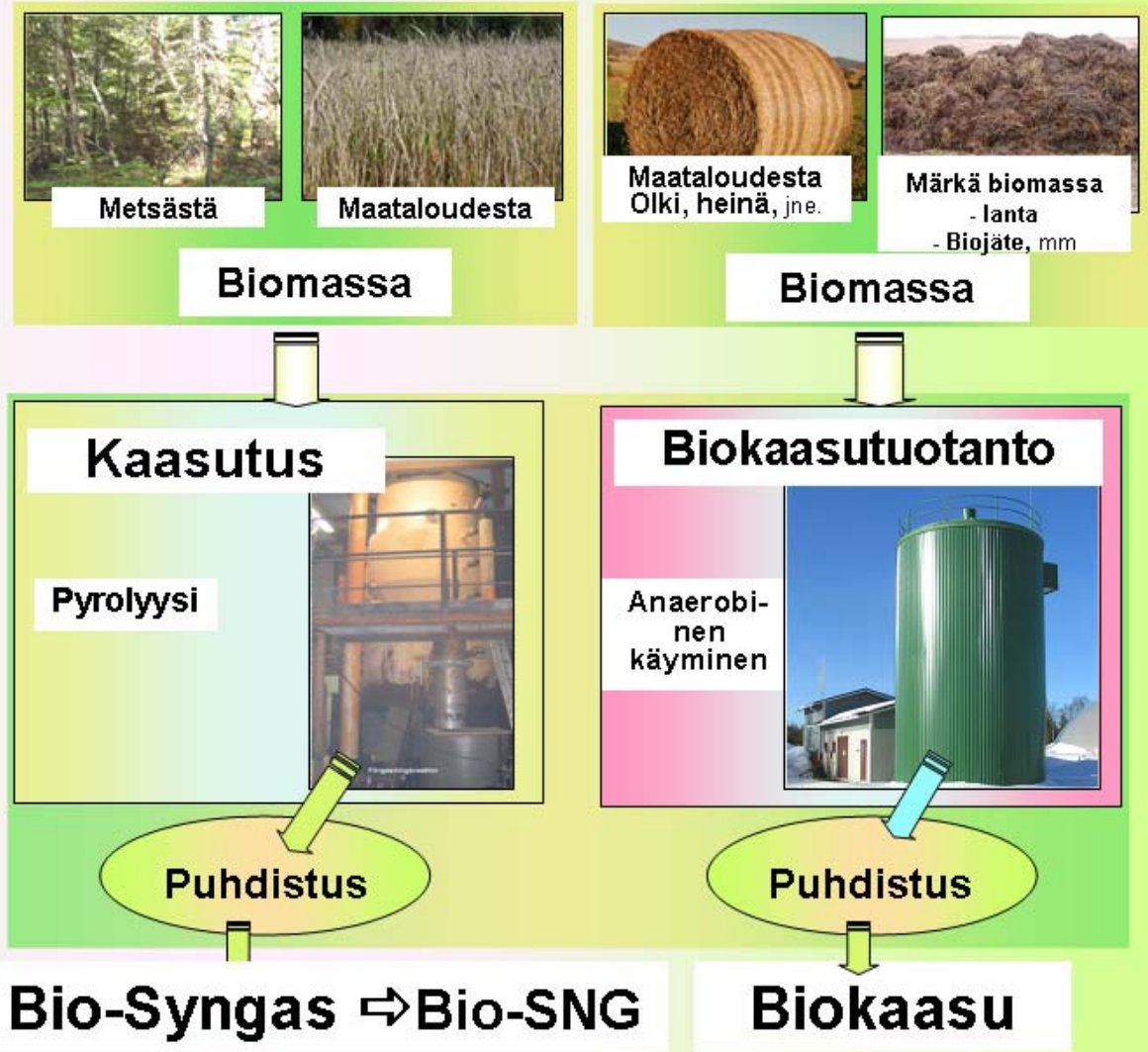
## Biopolttoaine

# Fossiilinen kaasu

# Kaasu biomassasta



SNG = Synthetic Natural Gas

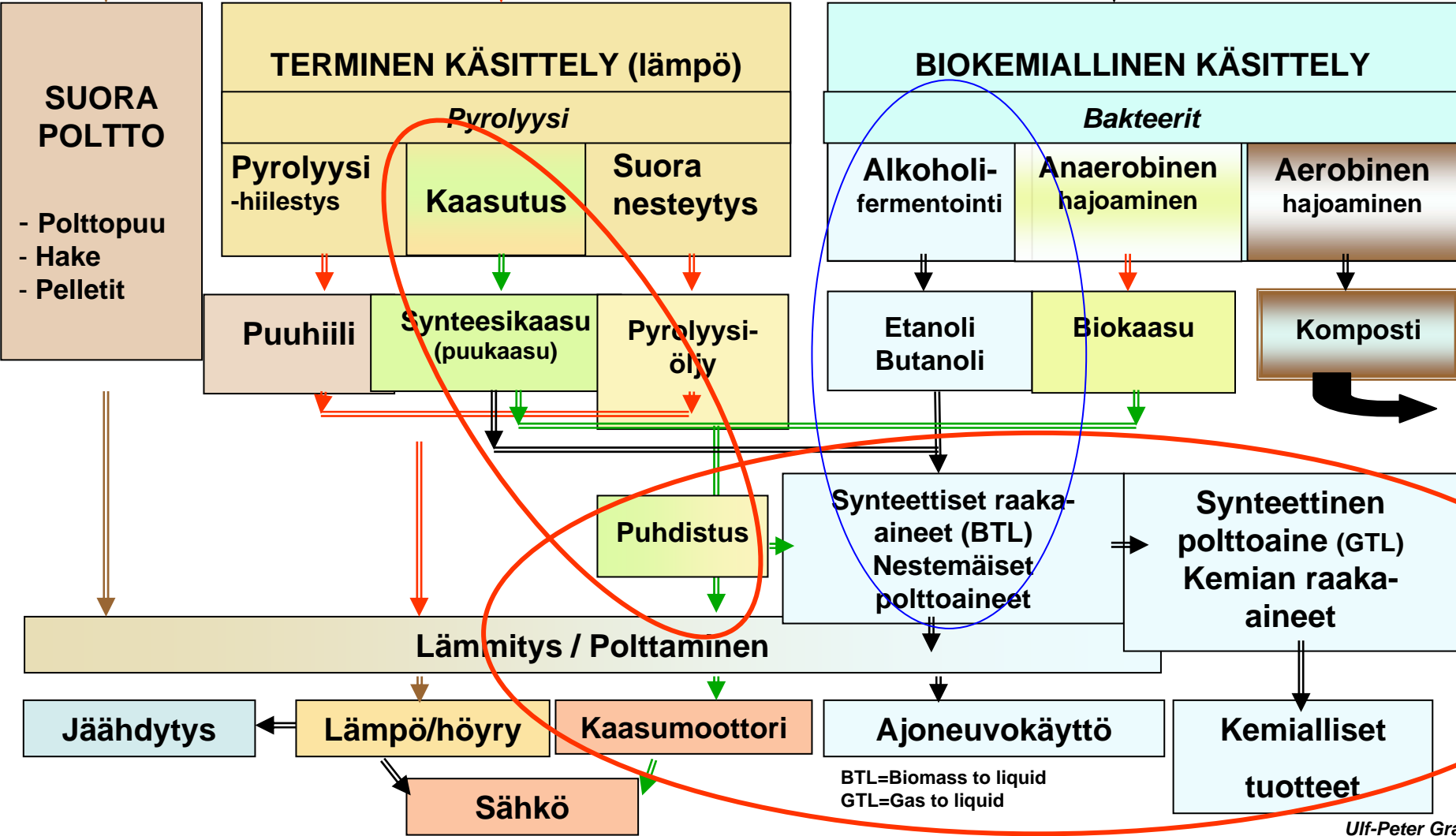


Bio-SNG = Bio Synthetic Natural Gas

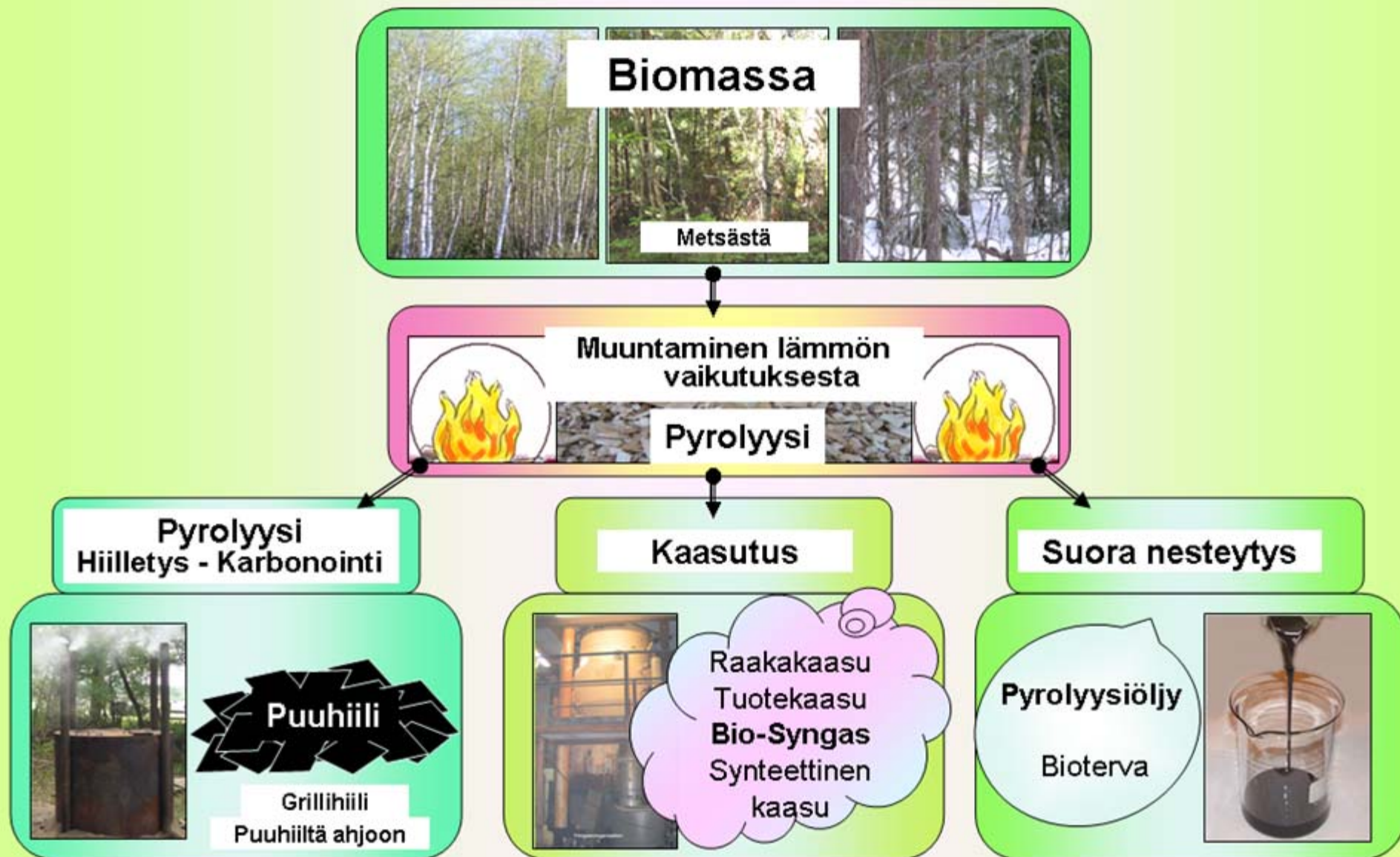
Ulf-Peter Granö

# BIOENERGIA

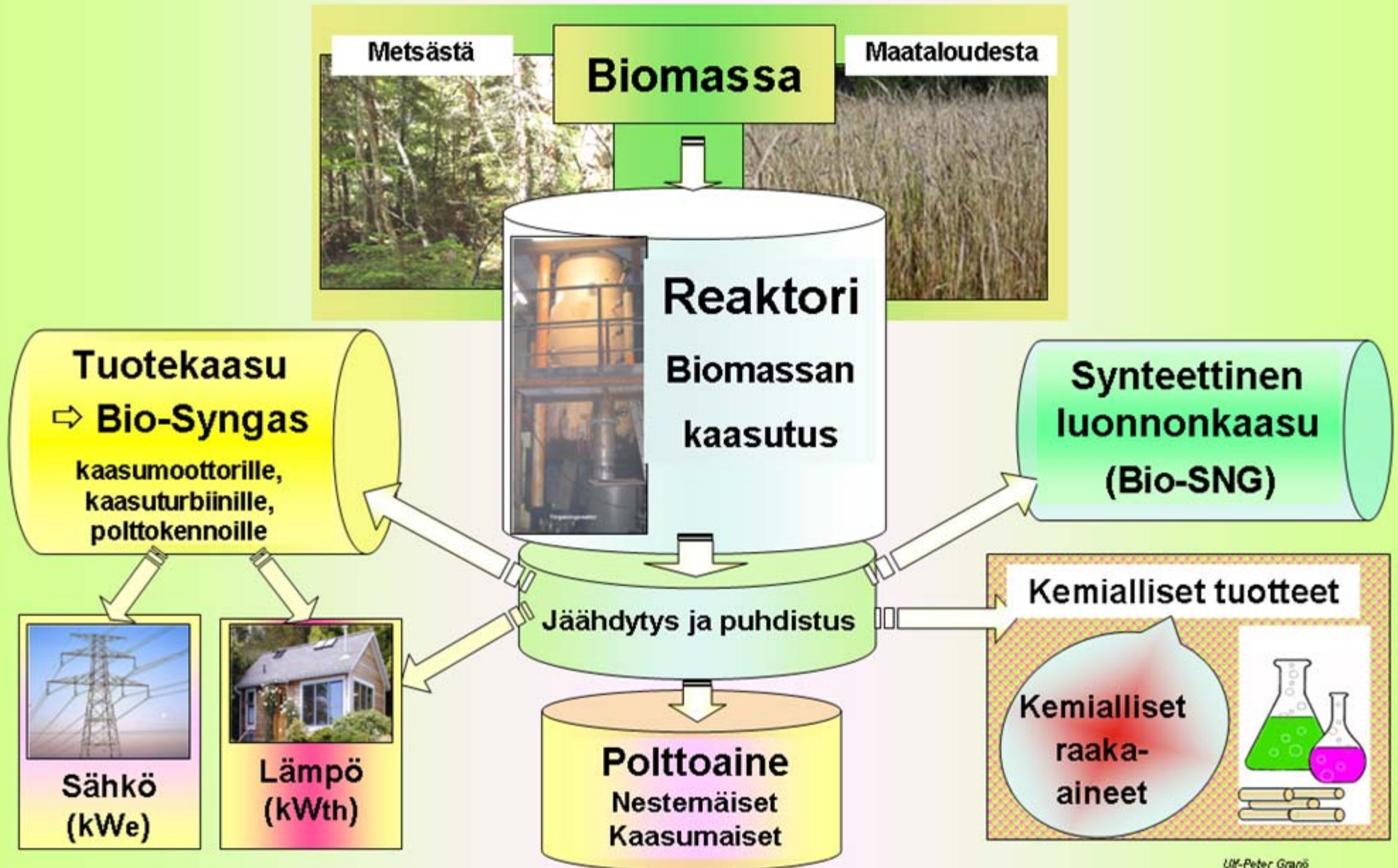
Bioenergiaraaka-aineet (metsäbiomassa ja maatalous)



# Biomassa ⇒ Termokemiallinen Muuntaminen



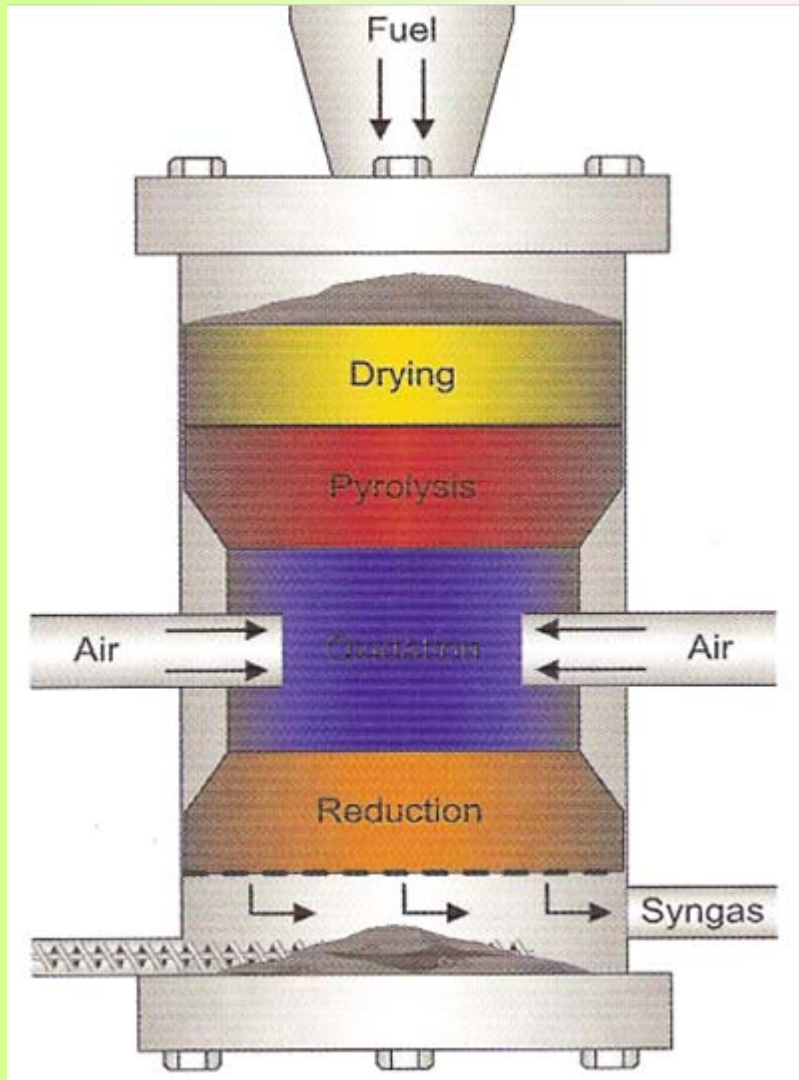
# Biomassan kaasutus



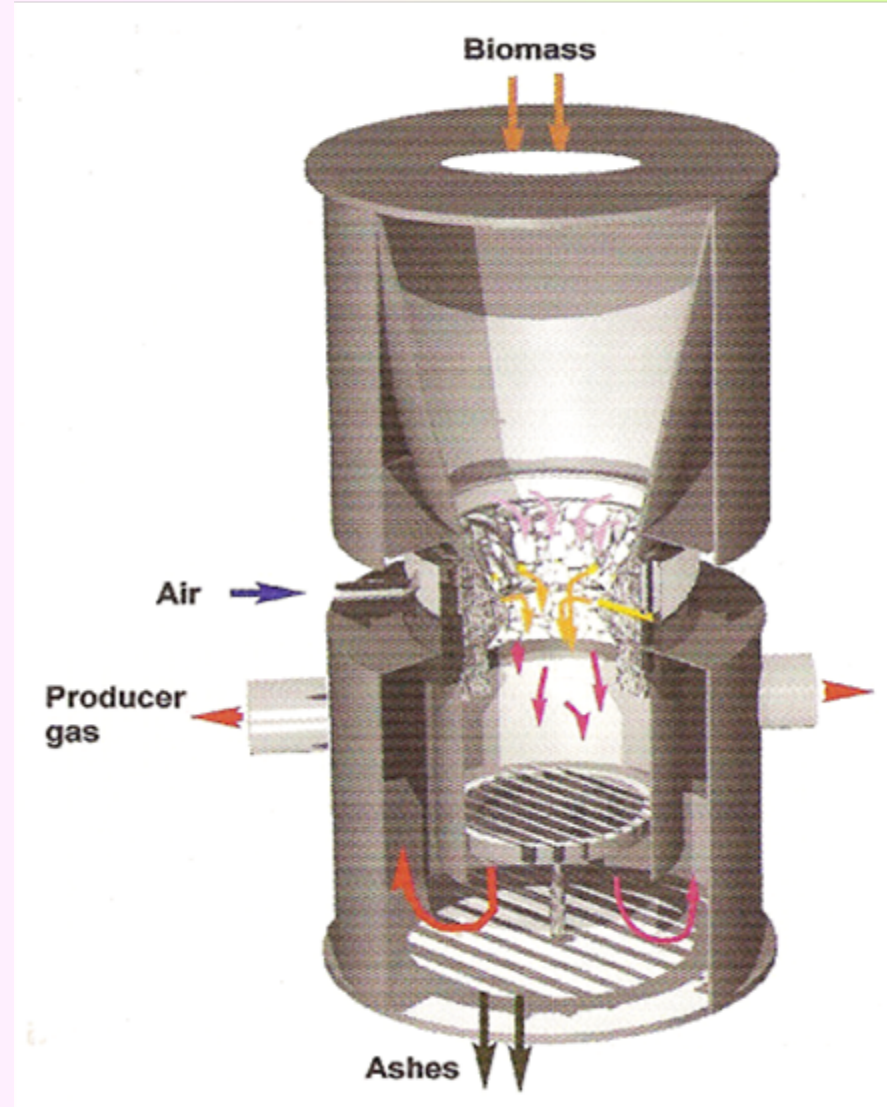


# Kaasuttimet

Myötävirtakaasutin <  $1\text{MW}_{\text{th}}$

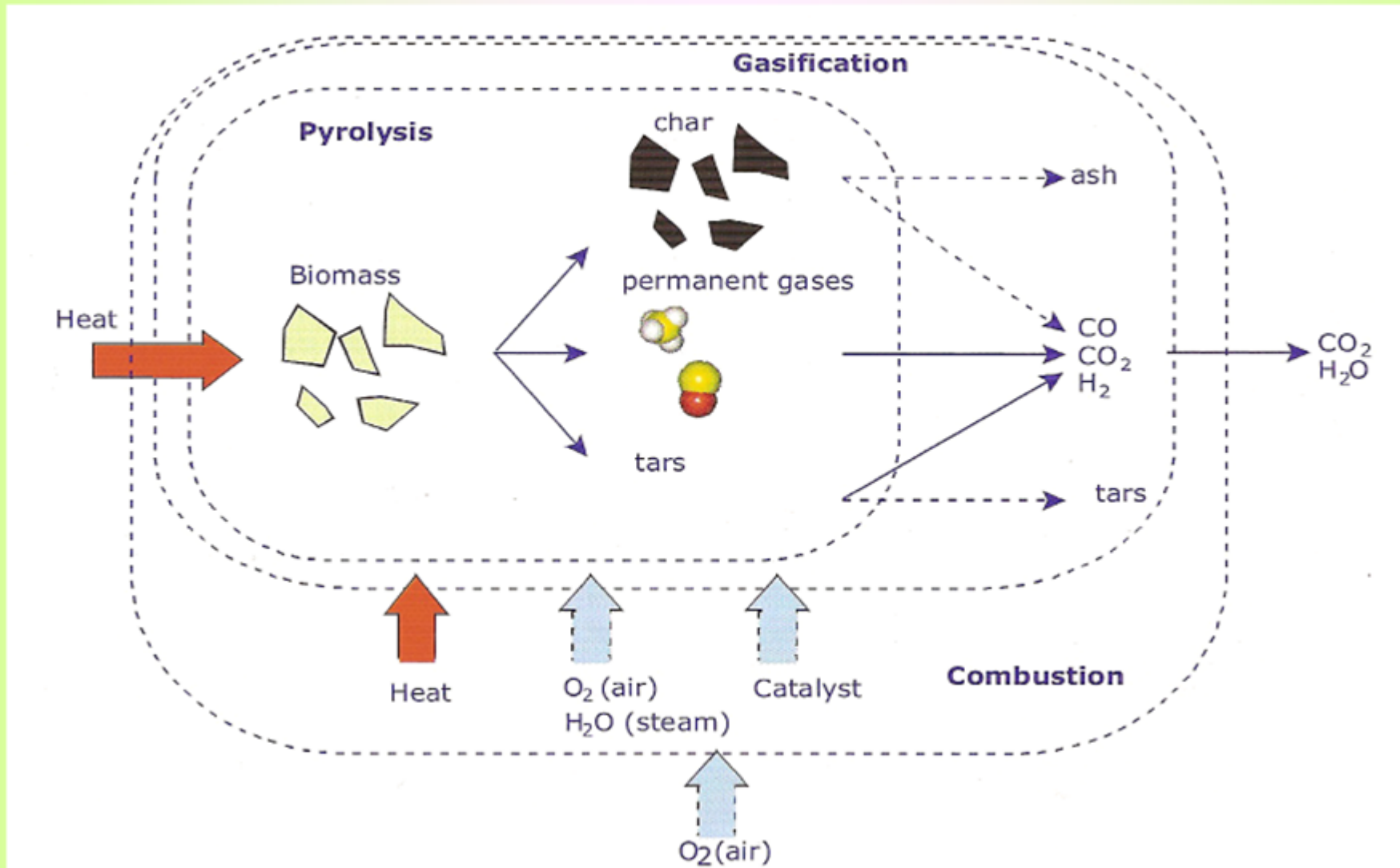


Myötävirtakaasuttimen periaatekuva

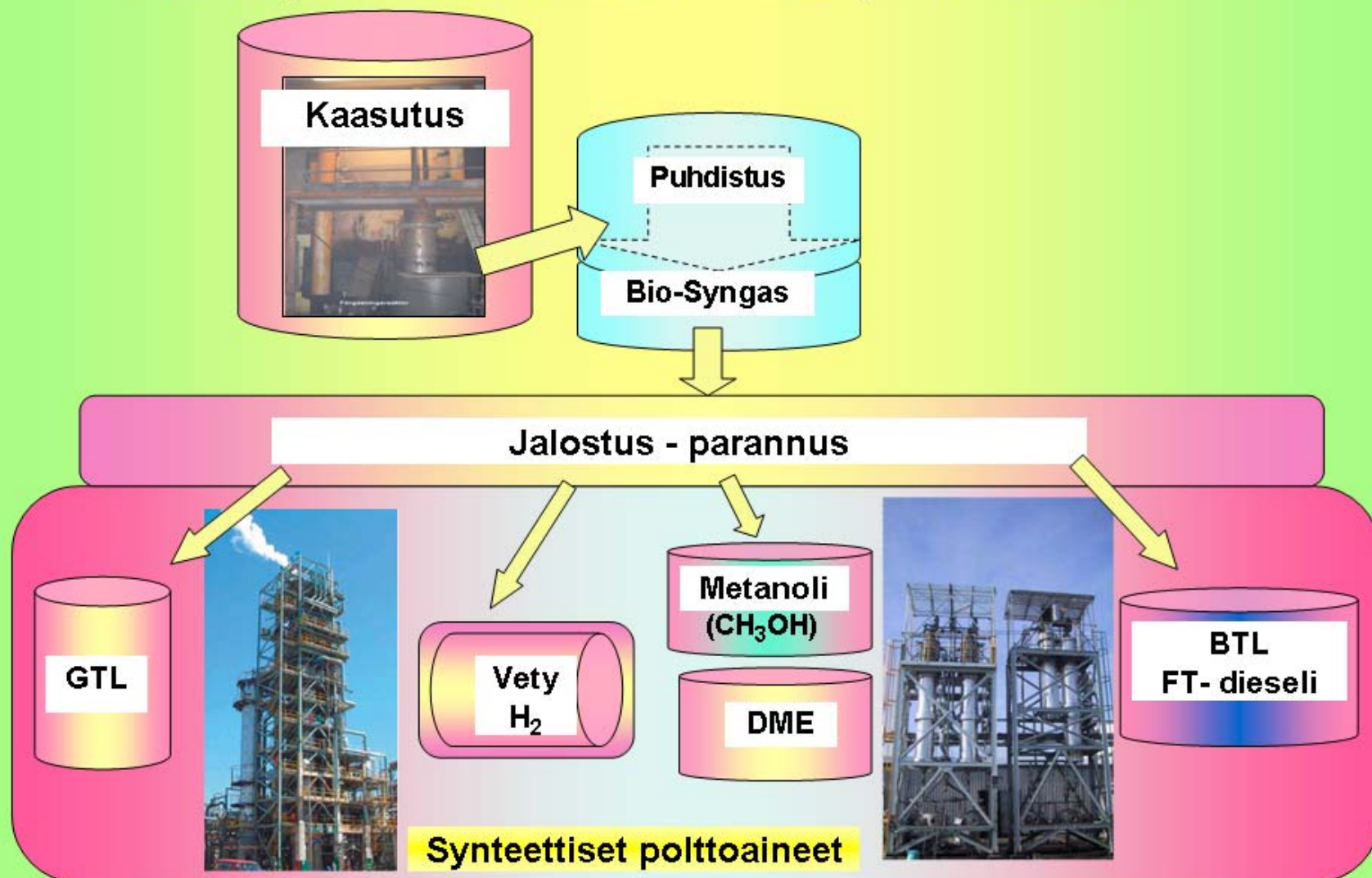


Lähde: Handbook Biomass Gasification, 2006.

# Biomassan kaasutus osana palamisprosessia



# Bio-Synteetikasikaasu ⇒ Biopolttaine



DME = Di-Methyle-Ether (ett dieselbränsle)  
BTL = Biomass to liquid (från biomassa till flytande)

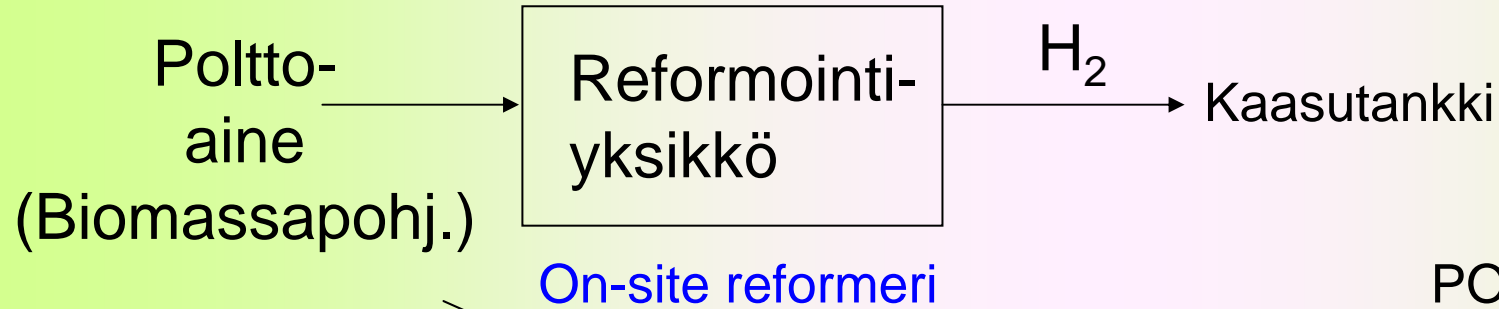
GTL = Gas to liquid (från gas till flytande)  
FT = Fischer-Tropisch

# Synteettiset polttoaineet

- Nestemäisten biopolttoaineiden valmistus Fischer-Tropsch synteesillä tai MAS-synteesillä
- Lähtöaineena kaasutuksen bio-synteesikaasu
- Reaktio-olosuhteet: paine, lämpötila, moolisuhde, kaasun sis. epäpuhtaudet, GHSV, katalyytti
- Tuotteet: raskaat ja keveät hiilivedyt, alkoholit (alkoholiseokset)



# Polttokennosovellukset



POLTTOKENNOLLA VARUSTETTU AJONEUVO

Nestetankki



## Polttoainevaihtoehtoja:

- (Diesel)
- (Bensiini)
- Metanoli
- Bioetanoli
- Maakaasu
- DME

Vedyn varastointi?

- korkeapaineisena kaasuna
- nesteinä (kryogeeninen lämpötila)
- kiintoaineena

On-board reformeri

→ Pienet sovellukset

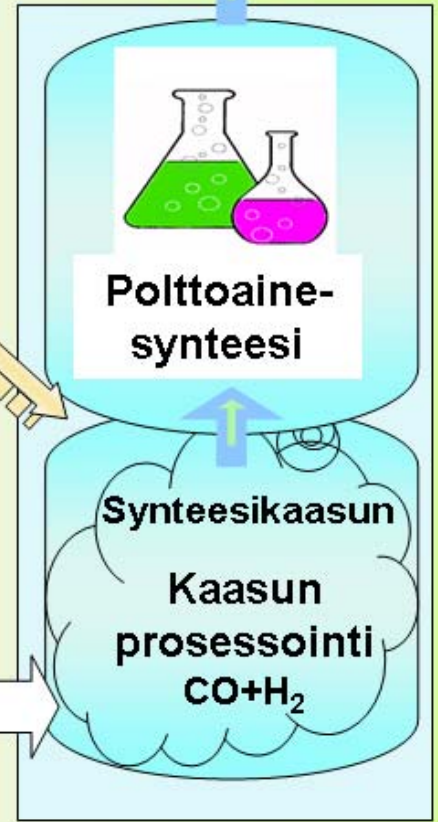
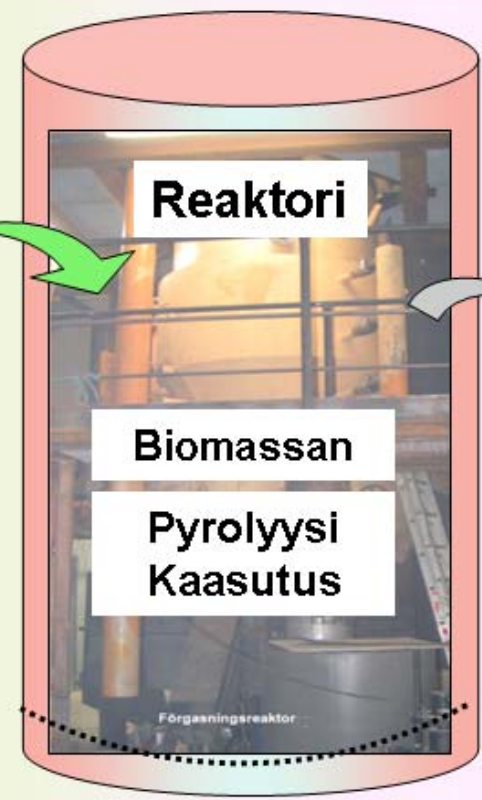
# Esim. metanoli polttokennosovelluksissa

- Korkea H:C suhde (4:1)
- Metanolia voidaan valmistaa uusiutuvista energialähteistä
- Korkea vetypitoisuus reformoinnissa
- Alhainen reformointilämpötila (300 °C); vrt. etanolilla 500 °C ja bensiinillä 1000 °C
- Ei C-C sidosta, seurauksena alhainen noen muodostus
- Rikitön polttoaine
- Vähäinen sivutuotteiden määrä (pl. CO)

# Puukaasutus $\Rightarrow$ Biopolttoaine



## Termokemiallinen muuntaminen



# Bio-synteesikaasun Fermentointi $\Rightarrow$ Biopolttoaine

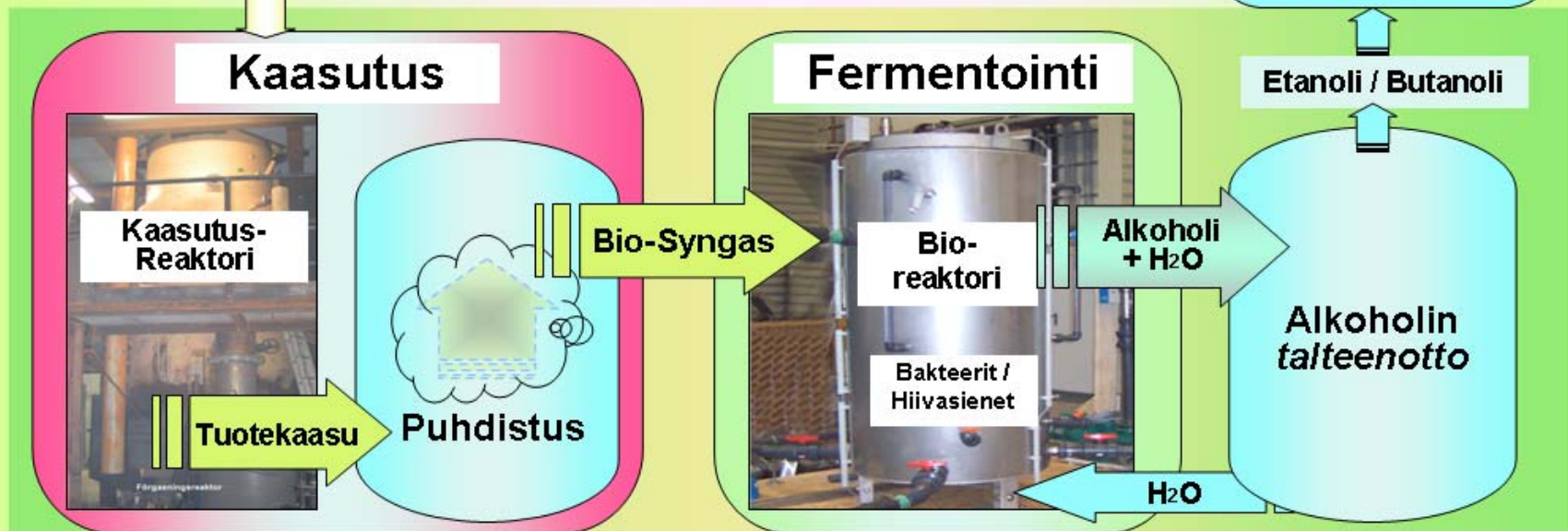


Metsästä



Maataloudesta

**Biomassa**

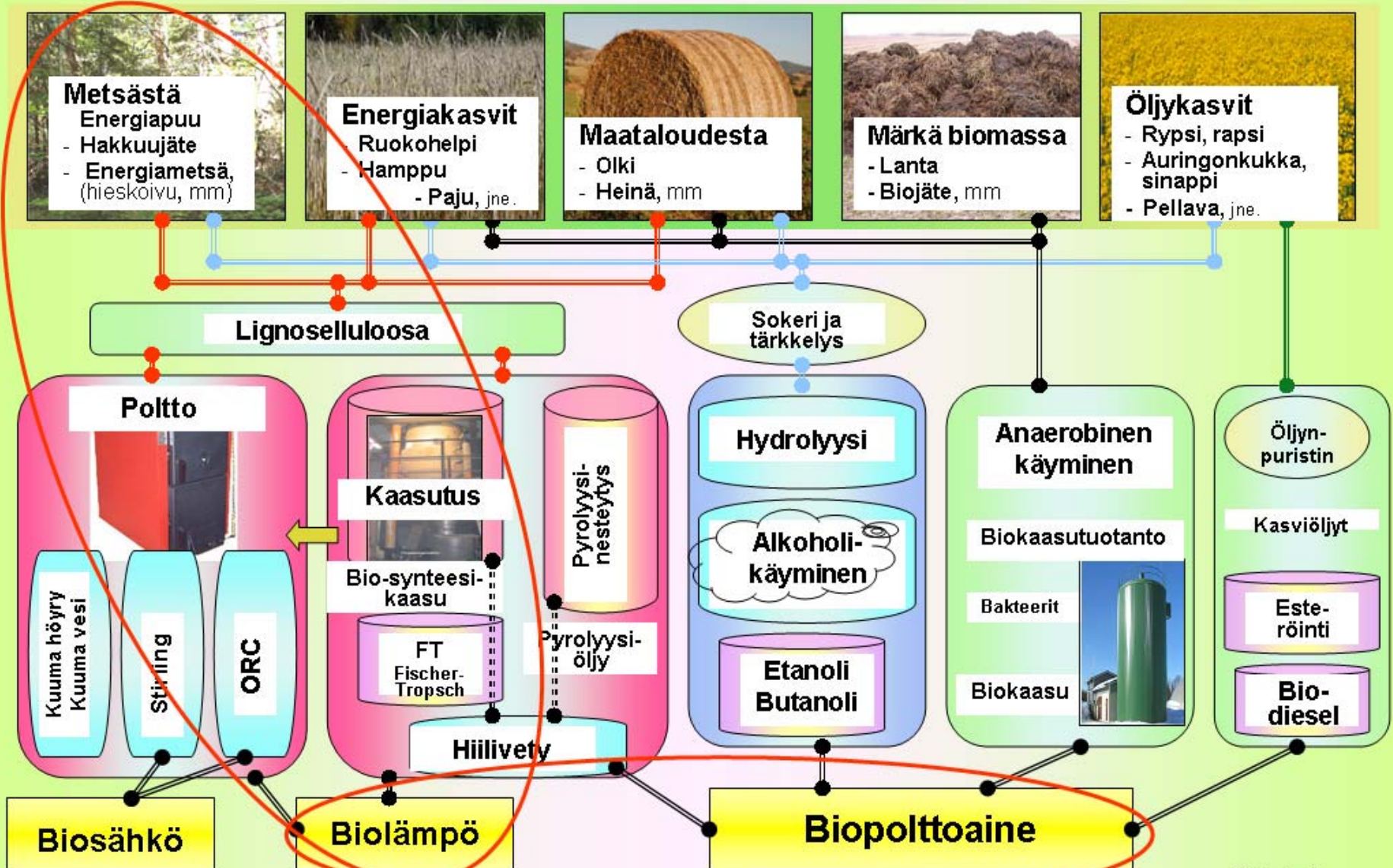


Bio-Syngas/Bio-synteesikaasu

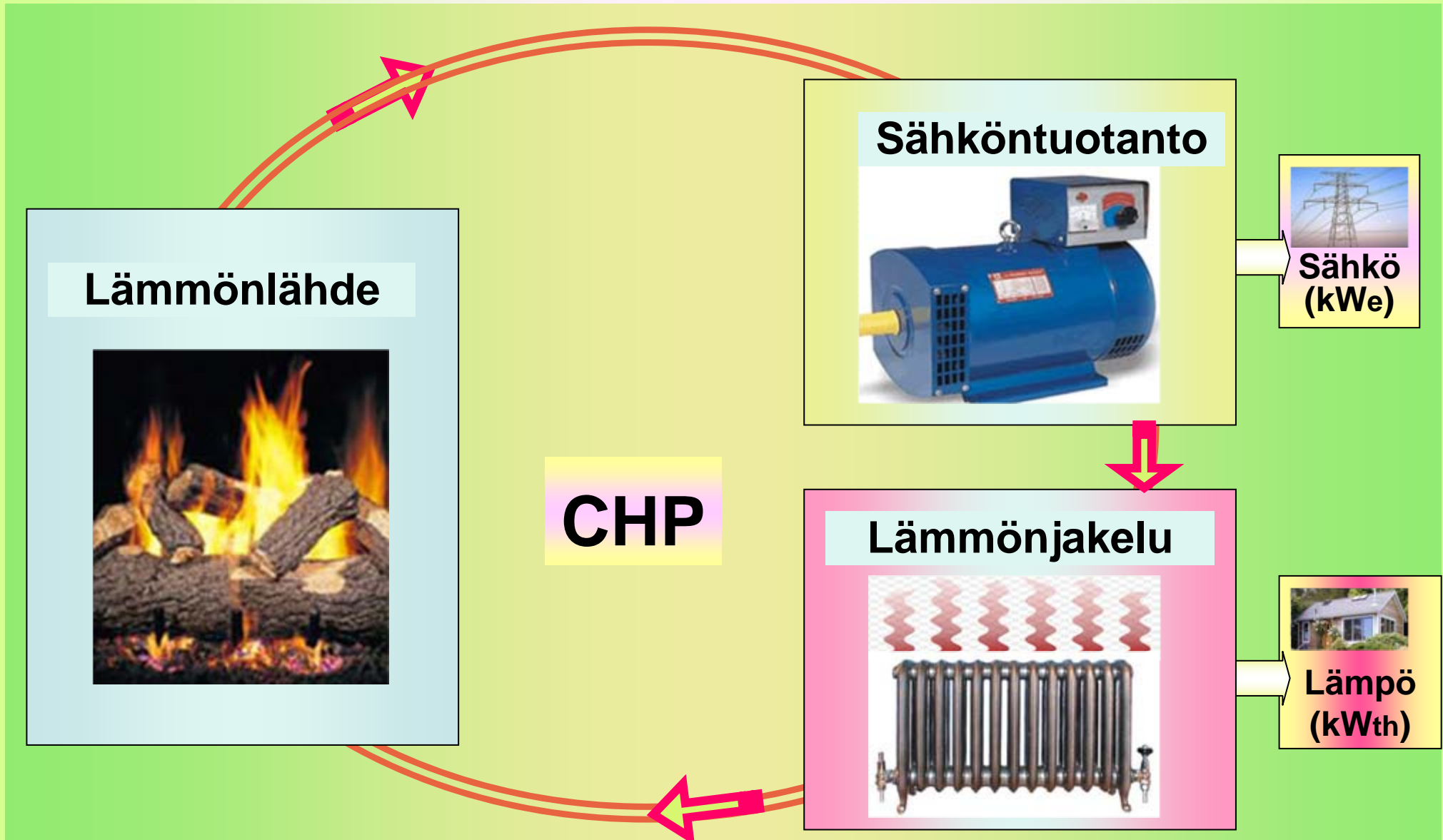


○ = HighBio

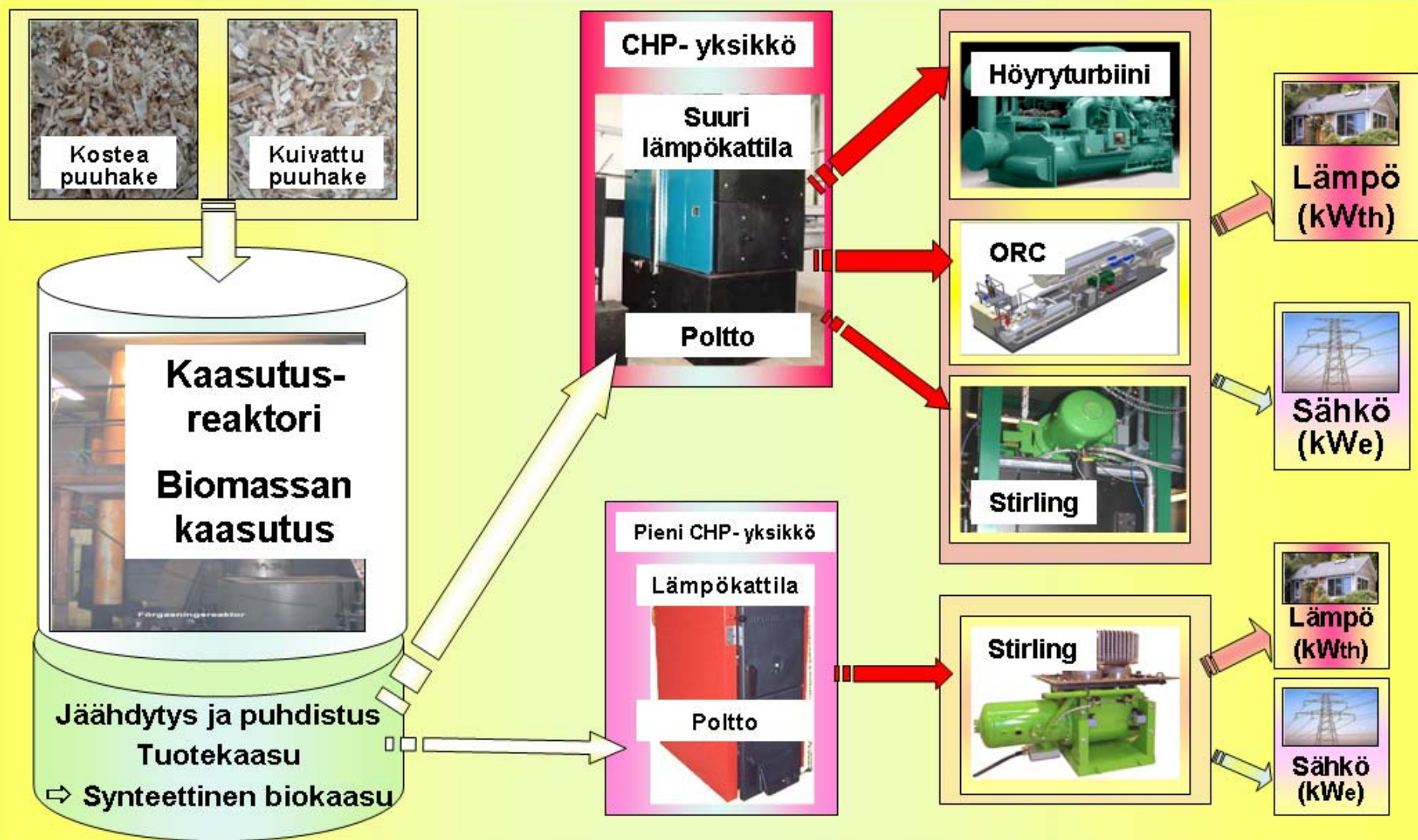
# Bioraaka-aineet jalostukseen



# CHP-yksikön periaate, yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto



# Kaasutuksella varustetut CHP- yksiköt sekä synteettisen biokaasun hyväksikäyttö suorassa poltossa



**HIGHBIO - INTERREG NORD**  
2008 - 2011

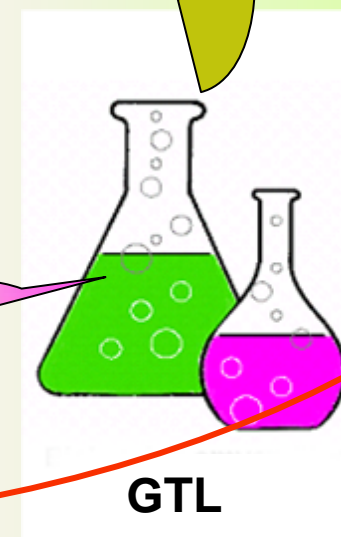
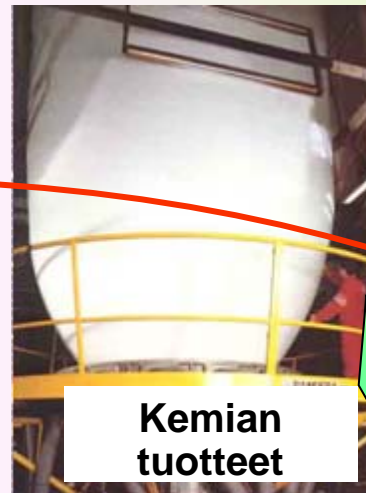


*Högförädlade bioenergiprodukter via förgasning*  
*Korkeasti jalostettuja bioenergiatuotteita kaasutuksen kautta*

# HighBio

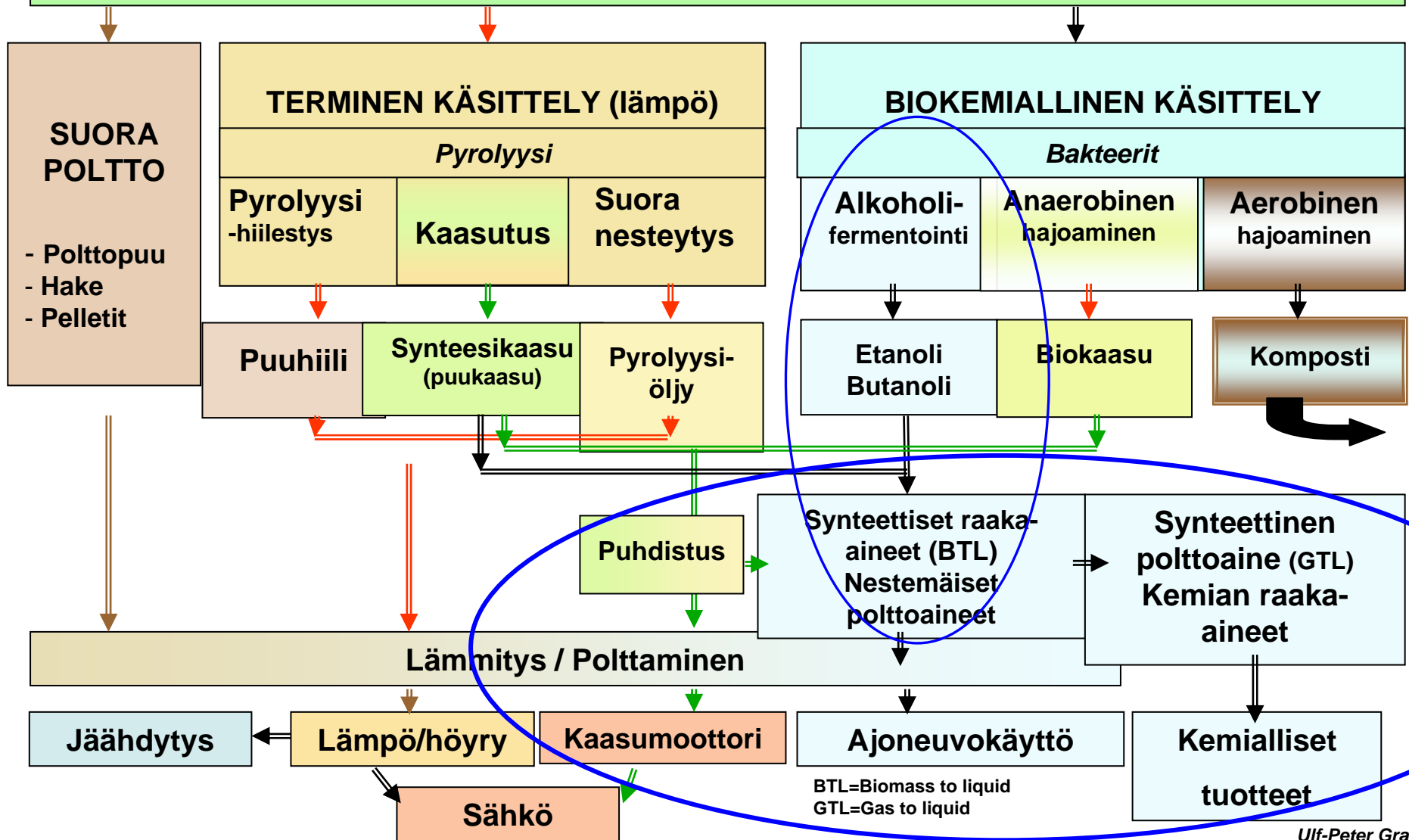
- Interreg IVA – Pohjoinen**
- HighBio -tutkimusprojektin tavoitteena uuden tiedon tuottaminen puun (ja muiden biomassafraktioiden) kaasutukseen liittyen, kaasun hyödyntämismahdollisuudet ja tiedon levittäminen.**
- Rahoittajat: EU-Interreg/Länsstyrelsen i Norrbotten, Suomen kansallinen vastinrahoitus; Lapin Läninhallitus**
- Projektiosapuolet:**
  - Jyväskylän yliopisto, Kokkolan yliopistokeskus Chydenius (koordinaattori)**
  - Centria tutkimus ja kehitys, Ylivieska (ammattikorkeakoulun tutkimusyksikkö)**
  - Oulun yliopisto, Kemian laitos**
  - Luleå tekniska universitet (LTU)**
  - ETC, Energitekniskt Centrum i Piteå**
- Kokonaisbudjetti noin 1,6 M€(3 vuotta)**

Högförädlade bioenergi produkter via förgasning  
Korkeasti jalostettuja bioenergi tuotteita kaasutuksen kautta



# BIOENERGIA

Bioenergiaraaka-aineet (metsäbiomassa ja maatalous)



# Uudet, innovatiiviset liikenteen polttoaineet

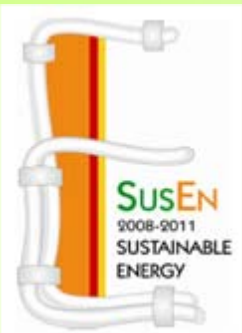


- ❑ Tavoite: Tutkia liikenteen biopolttoaineiksi soveltuvien raskaampien alkoholien (butanoli, pentanoli, seosalkoholit) valmistusta metsäbiomassasta ja teollisuuden sivutuotevirroista
  
- ❑ Alkoholeja valmistetaan projektissa:
  - 1) Fermentoimalla
  - 2) Uusien kemiallisten (katalyyttisten) reaktioreittien kautta
  
- ❑ Rahoittajat: Suomen Akatemia
  
- ❑ Projektiosapuolet:
  - ❑ Oulun yliopisto, Kemian laitos
  - ❑ Oulun yliopisto, Prosessi- ja ymp. tekn.osasto
  - ❑ Oulun yliopisto, Mikroelektroniikan ja materiaalfysiikan lab.
  - ❑ Åbo Akademi /Uumajan yliopisto
  - ❑ kv-yhteistyötahot



# Miksi biobutanoli?

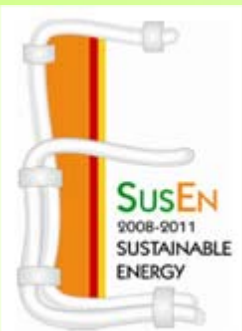
Polttoaine	Energia- tiheys (MJ/l)	A/F- suhde	RON*	MON**	Vesiliukoisuus (%)
Bensiini	32	14.6	91-99	81-89	Vähäinen/ merkityksetön
Diesel	35.5	14.7	-	-	Vähäinen/ merkityksetön
n-Pentanol	27.8	11.68	Alhainen	Alhainen	0%
n-Butanol	29.2	11.12	96	78	7%
Etanoli	19.6	8.94	130	96	100%
Metanoli	16	6.43	136	104	100%





# Fermentointi

- ❑ Mikrobiologisessa prosessissa biomassaa fermentoidaan *Clostridium*-suvun mikrobeilla, jotka pystyvät korkealla saannolla konvertoimaan hiiliyhdisteitä butanoliksi
- ❑ Sopivia hiilen lähteitä ovat metsäbiomassa ja esim. elintarviketeollisuuden sivutuotteet
- ❑ Prosessi bioreaktorissa on kaksivaiheinen (ensin hapon muodostus, jota seuraa liuottimen (butanoli) tuotanto)
- ❑ Biomassa tulee ensin hajottaa sokereiksi (esikäsitteily), jonka jälkeen se fermentoidaan alkoholiksi
- ❑ Keskeiset muuttujat ovat pH, lämpötila ja pitoisuudet



# Tutkimuksen tekniset haasteet

- Raaka-aineen (biomassan) hajottaminen fermentoitavissa oleviksi sokereiksi
- Suuren liuotinmäärän aiheuttamat ongelmat, kuten liuottimen mahdollinen hajoaminen ja mikrobien toiminnan heikkeneminen
- Reaktion saanto ja selektiivisyys
- Biobutanolin erotus ja erottumisen tehostaminen
- Uudet katalyytit ja katalyyttiset prosessit biobutanolin valmistamiseksi (näitä ei vielä tunneta!)

# ... ja mahdollisuudet

- Uusi liikenteen biopolttoaine (biobutanoli), joka
  - 1) soveltuu sellaisenaan jaettavaksi nykyisiin polttoaineen jakeluverkostoihin (alhainen höyrynpaine)
  - 2) on energiatehokas ja pystyy korvaamaan fossiilisen bensiinin polttoaineena
  - 3) soveltuu sellaisenaan nyk. polttomoottoreihin (A/F-suhde)
  - 4) voidaan valmistaa teollisessa mittakaavassa
  - 5) on vähemmän korrodoivaa kuin etanoli
  - 6) ei liukene veteen yhtä paljon kuin etanoli tai metanoli

# Yhteenveto

- Uusiutuva energia tarjoaa paljon **mahdollisuuksia**
  - \*lämmön- ja sähköntuotannossa
  - \* uusissa sovelluksissa (mm. biopolttoaineiden valmistus, hajautetun energian tuotanto pienissä yksiköissä)
- Sivutuotteissa ja niiden hyödyntämisessä on vielä suuri hyödyntämätön potentiaali
- Energian tuotanto ja ympäristövaikutukset ”kulkevat käsi kädessä”
- Paljon **haasteita** (mm. biomassan hajotus, alhaiset saannot, kaasun puhdistus yms.), joten PERUSTUTKIMUSTA tarvitaan