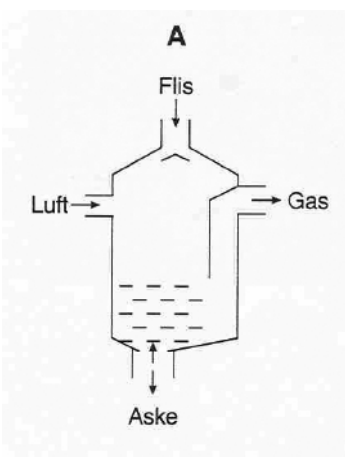


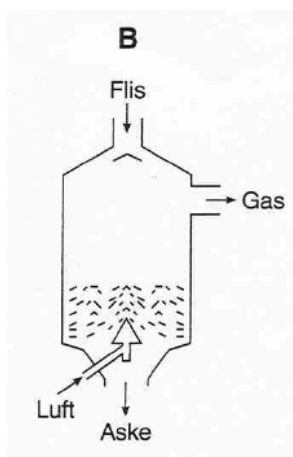
Forgasning af biomasse

Her orienteres om forskellige muligheder for forgasning af biomasse. Der redegøres kort for baggrunden samt de grundlæggende forgassertyper, og der gives eksempler på gassammensætning fremkommet ved forgasning. Endeligt gives en række anlægseksempler

Af Jan de Wit, civ.ing., Dansk Gasteknisk Center a/s (DGC)



Figur 1. Medstrømsforgasser.



Figur 2. Modstrømsforgasser.

En række brændsler, som f.eks. træ, halm, kul, affald m.v., kan forgasses. Ønsket om at konvertere brændslerne på denne vis kan skyldes flere forhold, såsom:

- lettere distribution og anvendelse hos slutkunden
- bedre mulighed for elproduktion/produktion af mekanisk energi
- bedre mulighed for drift af miljødstyr og derved mere miljørigtig anvendelse af brændslet

Under 2. verdenskrig kørte en del biler (og enkelte motorcykler) i Danmark rundt med en gasgenerator »bag på«. Her forgassede man typisk tørrede bøgeklodser, og den producerede gas kunne da anvendes i stedet for benzin til bilen.

El er generelt det mest værdifulde slutprodukt, idet der hermed kan produceres såvel mekanisk arbejde som varme. Der kan produceres et højere eludbytte ved forgasning af de nævnte brændsler og anvendelse af andre elproduktionsteknolo-

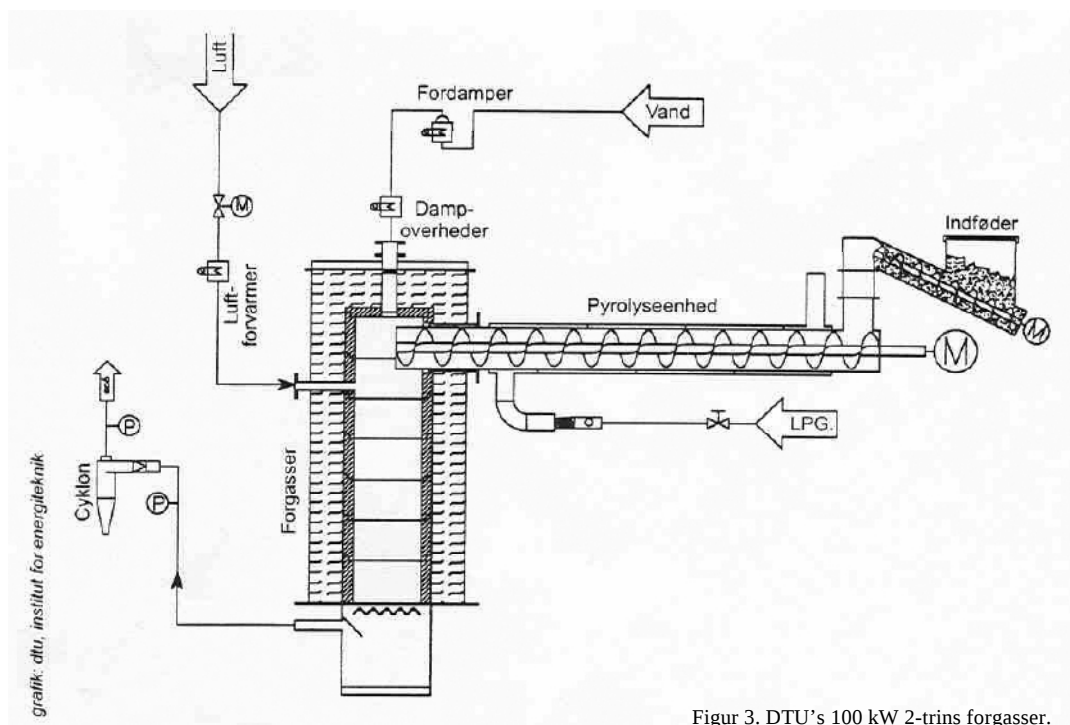
gier (gasmotorer, gasturbiner, combined cycle) end ved traditionelle kedel/damp turbine kredsløb.

Forgasningsprocessen m.v.

Forgasningsprocessen sker principielt som følger: Først opvarmes eksempelvis den træflis, der skal forgasses. Denne opvarmning kan f.eks. ske ved forbrænding af en del af træmaterialet. Ved ca. 200°C starter pyrolyseprocessen, og flygtige bestanddele af træet afgasses. Den afgivne gas består af såvel gasser som tjærestoffer. Når pyrolysen er tilendebragt, står man tilbage med en kulstofrest (koks) og aske i forgasseren. Denne kulstofrest omdannes også til brændbar gas ved at tilsætte et forgasningsmiddel (ilt, luft eller vanddamp) ved en temperatur på >700°C. Her omdannes koksresten så til CO, CO₂ og H₂ (fra dampreaktionen).

De brændbare andele af gasserne består således sluttelig primært af CO, H₂ og lidt CH₄. De dannede tjærestoffer (fra pyrolysen) kan omdannes til gas, hvis de opvarmes til ca. 900-1200°C.

Forgassere inddeles grundlæggende i medstrøms- og modstrømsforgassere, alt efter hvordan brændslet tilføres i forhold til luft/for gasningsmiddel (principtegningerne figur 1 og 2) [1]. Disse forgassertyper har hver deres stærke og svage sider i relation til tjæreindhold i den producerede gas, tolerance over



Figur 3. DTU's 100 kW 2-trins forgasser.

for fugtindhold i brændslet samt egnethed i relation til brændslets askesmeltepunkt. Modstrømsforgasning giver det laveste tjæreindhold, men også det laveste gasudbytte.

Der findes også »hybrider« af nævnte med- og modstrømsforgassere. Man forsøger at udnytte de bedste egenskaber fra hver af disse. På figur 3 er vist en 2-trins forgasser [7].

Som et alternativ kan forgasning i såkaldt fluid bed forgasser bruges (figur 4, side 14 [5]). I en sådan forgasser »bobler« brændslet rundt i et »bed«-materiale (f.eks. sand). I denne bed er indsat køle/varmerør, så processens temperatur kan styres. Fluid bed-processen har vist sig at have fordele (både som forgasser og som »kedel«) i forbindelse med lidt mere besværlige og/eller inhomogene brændsler. Den viste forgasser (figur 4) er af typen »Cirkulating Fluid Bed« (CFB), hvor »bed«-materialet løbende opfanges i cyklonen og føres tilbage.

Der har gennem tiden været store bestræbelser på at få forgassere til at arbejde under tryk, hvorved også den producerede gas kan leveres tryksat. Herved vil gassen kunne anvendes i gasturbineanlæg, gerne kombineret med damp turbine ditto (combined cycle), hvorved højeste elvirkningsgrad med dagens elproduktionsteknologier kan nås. Det er baggrunden for, at der stadig arbejdes med kulforgasning på denne måde.

Tryksat træforgasning har eksempelvis været udført på et gasturbineanlæg i Sverige, men er også med dette brændsel meget dyr og kompliceret.

I tabel 1 [2,3] er angivet eksempler på en gassam-

mensætning opnået ved forskellige forgasningsprojekter gennem tiden. Som nævnt tidligere afhænger den producerede gassammensætning af forgasserstype, temperaturforhold og ikke mindst valg af forgasningsmiddel. De anførte sammensætninger skal derfor ses som eksempler. Sidst i tabel 1 angives brændværdien af den producerede gas. Til sammenligning er brændværdien af dansk naturgas ca. 40 MJ/m³n, brændværdien af biogas ca. 20-24 MJ/m³n og brændværdien af gas udvundet fra lossepladser (deponigas) typisk ca. 10-12 MJ/m³n.

Tabel 1 Eksempler på forgasningsgas

	Enhed	Træflis	Halm ¹⁾	Kul ²⁾	Kul ³⁾
Methan, CH ₄	%-vol.	2	2	8,6	0,4
Andre kulbrinter, C _n H _m	%-vol.	ca. 0	ca. 0	i.a.	i.a.
Kulmonoxid, CO	%-vol.	20	21	15	50
Brint, H ₂	%-vol.	18	11	42	36
Kuldioxid, CO ₂	%-vol.	12	9,5	31	12
Kvælstof, N ₂	%-vol.	47	55	i.a.	i.a.
Ilt, O ₂	%-vol.	1	1,5	i.a.	i.a.
Brændværdi, nedre	MJ/m ³ n	5,3	5,4	10,9	10,6

i.a.:

1)

2)

3)

Ikke angivet i original kilde

Hvedehalm

Lurgi proces

»Texaco«-proces

Effektiv

detektering af gasser og dampe



Væg-alarmer-
centraler.



Detektorer



Rack-systemer

- Eksplosive gasser
- Sundhedsskadelige dampe
- O₂ og CO₂
- Kulilte
- Arbejdsmiljø omkring køleanlæg

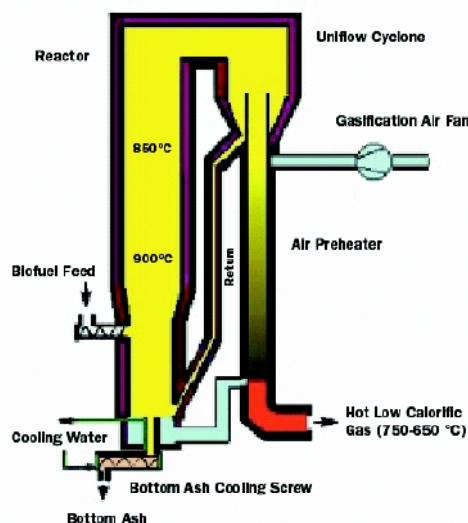
geopal SYSTEM A/S

Skelstedet 10B - DK-2950 Vedbæk

Telf. 45 67 06 00 - Fax 45 66 12 05

Hjemmeside: www.geopal.dk - E-mail: info@geopal.dk





Figur 4. Fluid bed forgasser [5].

Eksempler på anlæg

Forfatteren var i foråret 2003 i Finland [4], hvor der på en af de store papirfabrikker (Stora Enso, Varkaus) er installeret et forgasningsanlæg til forgasning af emballageaffald, primært juicekartoner. Disse kartoner er foret med et tyndt lag aluminiumsfolie. Ved forgasningsprocessen produceres brændbar gas, og aluminiumsresterne udskilles som granulat til genanvendelse. På anlægget indvindes der ca. 200 tons aluminium årligt. Forgasseren er af typen fluid bed, der egner sig godt til sådant mere uhomogent »problemaffald«.

I Danmark har der tidligere været forsøg på Kyndbyværket med forgasning af halm. Slutmålet var anvendelse af den producerede gas i gasmotorer til el- og varmeproduktion. Forsøgene er foregået i samarbejde med DTU. Testene viste, at halm er et lidt vanskeligt brændsel (varierer afhængigt af vækst- og gødskningsforhold). Tjæreindholdet i den producerede gas var generelt for stort til brug i gasmotorer.

I Høgild og Harboøre har der i en årrække været praktiseret forgasning af træ (flis) til anvendelse i gasmotorer. For anlægget i Høgilds vedkommende en mindre ombygget Mercedes-motor og for Harboøre en større moderne Jenbacher-gasmotor. Også på disse anlæg har udfordringen i høj grad været at få stabil produktion af gas med lavt tjæreindhold. Anlægget i Høgild stoppes nu, efter at der er kørt forsøg i en årrække. Anlægget i Harboøre kører som et kommercielt fuldskala kraftvarmeanlæg.

Hos Græsted Fjernvarme er der nu opstillet et prototypeanlæg af en ny type dansk forgasser til forgasning af træflis. Slutmålet er også her at kunne producere gas med en renhed, der kan bruges til el- og varmeproduktion i en gasmotor [8]. På figur 5 ses den udviklede forgasser opstillet på anlægget.

Skive forventes at opføre et ganske stort biomasseforgasningsanlæg i 2004. Anlægget opføres som demonstrationsanlæg med EU-støtte, støtte fra Energistyrelsen samt USA's Energistyrelse, Dept. of Energy.



Figur 5. Nyudviklet træflisforgasser opstillet i Græsted.

Forgasningsteknikken nyder således bevågenhed i såvel Danmark som udlandet. Udfordringen er at opnå stabil og ren gaskvalitet, så den kan anvendes til elproduktion. Indtægten fra elproduktionen skal gerne gøre det muligt at forrente de store investeringer.

E-mail-adresse:
Jan de Wit: JDW@dgc.dk

Referencer

1. »Træ til Energiformål - Teknik, miljø, økonomi«, Videncenter for Halm og Flisfyring (www.videncenter.dk) 2. udgave, 1999.
2. »Gasstabi«, Teknisk Forlag, 1993.
3. »Håndbog for Maskinmestre«, Maskinmestrenes Forening/Teknisk Forlag, 1999.
4. »Forgasning af biomasse«, Jan de Wit. Artikel i Gasteknik nr. 4/2003.
5. Foster Wheeler hjemmeside: www.fwc.com.
6. Danish Fluid Bed Technology ApS (www.catscience.dk/cat/info/danishfluidbed.asp).
7. Danmarks Tekniske Universitet; Institut for Mekanik og Konstruktion; Biomass Gasification Group (<http://www.bgg.mek.dtu.dk>).
8. Miljørigtig kraftvarmeproduktion som svar på høje brændselspriser«, Bladet »Fjernvarmen« nr. 6/7-2003.

Etiske grænser

Debat om de etiske grænser, hvor går de?

I forbindelse med Dansk Laborant-Forenings delegeretmøde 2002 kom der et forslag: den etiske laborant. Det har Teknologiuudvalget, der er et af de faste udvalg under Dansk Laborant-Forenings bestyrelse, arbejdet med i den forgangne periode. Det har bl.a. medført foretræde for Folketingets Sundhedsudvalg (i forbindelse med lovforslaget om stamceller), debat i vores fagblad Laboranten (etisk dilemma ift. ens arbejde og ens etiske holdning). Teknologiuudvalget har også afholdt to medlemsweekender omkring etik og hjerneforskning.

Medlemsweekenden gav en grundig gennemgang af nutidens viden omkring genetisk bestemte sygdomme, og de etiske spørgsmål den viden rejser. Følgende spørgsmål blev stillet:

- Hvordan og til hvad kan vi bruge den viden?
- Er det rimeligt at smide frisk befrugtede æg væk, i stedet anvende dem til stamcelleforskning?
- Ved vi overhovedet hvad forskerne laver? Hvornår diskuterer de de etiske aspekter, er det før eller efter en ny teknik er opfundet, og hvem diskuterer de dem med?
- Hvad skal vi gøre i tilfælde af arvelige sygdomme, inden vi får børn, skal forældrene testes eller skal æggene sorteres?
- Er gentterapi folkets redskab til at højne sundhed og forlængelse af vores liv?
- Har de nye teknologier givet os mere viden omkring hjernens funktion, og kan vi bruge den viden til forebyggelse af sygdomme?

I forbindelse med alle de ting vi laver i dag, går vi alle rundt med spørgsmål omkring etiske grænser.

- Har laboranter som en faggruppe pligt til at vurdere, om deres arbejde er etisk forsvarligt?
- Skal vi have retten til at sige fra?

Når man har læst ovenstående, står man tilbage med en masse uafklarede spørgsmål, hvor debat, åbenhed omkring forskning med mere måske kan afklare nogle. Men vores etiske grænse skubbes hele tiden. Så god debat derude...

På Teknologiuudvalgets vegne

Tamara Plambeck, Karina Braby og Lilja Jensen