

Tjærefri forgasning i stor skala

Forskere på Danmarks Tekniske Universitet har i flere år været kendt for at kunne lave forgasningsanlæg i mindre skala, der kan producere en ren og tjærefri gas. Nu er konceptet blevet videreudviklet, så teknikken også kan bruges til meget store anlæg.

Af Jens Dall Bentzen

På Institut for Energi, Mekanik og Konstruktion på Danmarks Tekniske Universitet har forskerne gennem en årrække arbejdet med udvikling af en forgasningsteknologi, hvor biomasse omdannes til brændbar gas gennem en proces, der er opdelt i flere adskilte trin.

Processen er dokumenteret i mindre skala i Viking-forgasseren, der er opstillet på Danmarks Tekniske Universitet. Anlægget har vist meget positive resultater med hensyn til at kunne producere en brændbar gas, der på grund af et lavt indhold af tjærestoffer og partikler, er velegnet til drift af gasmotorer. Ved at koble motoren til en elgenerator får man et lille kraftvarmeværk, der er kendetegnet ved en høj elvirkningsgrad og en lav miljøbelastning.

I Viking-forgasseren er processen opdelt i to hovedtrin: pyrolyse og koks-forgasning. I det første trin føres biomassen ind i en pyrolysereaktor, hvor vandet fordamper, og biomassen omdannes til koks og tjæreholdigt gas. Næste trin er en reaktor, hvor tjærestofferne bliver nedbrudt og koksen omsættes til gas. Til sidst bliver gassen kølet ned ved hjælp af en varmeveksler, og sodpartiklerne bliver opsamlet i et almindeligt posefilter.

Også til store anlæg

Viking-forgasseren har repræsenteret et gennembrud inden for forgasningsteknologien, men anlægget har sine begrænsninger. Konceptet kan være vanskeligt at opskalere, blandt andet fordi opvarmning af pyrolysereakto-

ren foregår ved hjælp af røggas fra en gasmotor.

Forskerne på Danmarks Tekniske Universitet har derfor samarbejdet med den rådgivende virksomhed COWI om at få udviklet flertrinsprocessen yderligere, så det bliver muligt at bygge meget store anlæg. Det nye koncept har fået navnet LT-BIG, som står for **L**ow **T**ar **B**iomass **I**ntegrated **G**asification. Her er der tale om en teknologi, der er nem at opskalere, men hvor man samtidig har holdt fast i de tekniske fordele, som gør tottrinsprocessen bedre end andre forgasningsprincipper.

Princippet

I det nye anlæg er forgasning af biomassen blevet opdelt i ikke bare to, men hele tre kamre, hvilket giver bedre mulighed for at styre processen.

Før biomassen bliver tilført anlægget, bliver det tørret ved hjælp af damp, så anlægget kan dimensioneres til kun at behandle brændsel med et bestemt vandindhold. I den oprindelige Viking-forgasser foregik tørringen i selve forgasningsanlægget, og det kunne være problematisk, hvis der var store variationer i brændslets vandindhold.

Første trin i det nye anlæg er en pyrolysereaktor, hvor biomassen opvarmes til 450 °C ved hjælp af damp. Da der ikke er ilt til stede bryder biomassen ikke i brand, men omdannes i stedet til tjæreholdig gas og koks. Sidstnævnte ledes direkte til forgasningsreaktoren, hvor den omsættes til gas ved tilsætning af luft, mens den tjæreholdige gas føres til iltkammeret. Her tilsættes der tilstrækkeligt med ilt, til at hovedparten af tjærestofferne nedbrydes, men for lidt ilt til at gas-

Sådan fungerer forgasseren

Tørt brændsel føres ind i pyrolysereaktoren, hvor det varmes op til cirka 450 °C ved hjælp af damp. Da der ikke er ilt til stede bryder biomassen ikke i brand, men omdannes i stedet til tjæreholdig gas og koks. Sidstnævnte ledes direkte til forgasningsreaktoren, hvor den omsættes til gas ved tilsætning af begrænsede mængder luft, mens den tjæreholdige gas føres op til iltkammeret. Her

tilsættes der tilstrækkeligt med ilt til, at hovedparten af tjærestofferne nedbrydes, men for lidt ilt til at gassen antændes. Såvel gas, som de tjærerester der er tilbage, ledes herefter til forgasningsreaktoren, hvor der sker en yderligere reduktion af tjæreindholdet, når gassen blandes med koksfraktionen. Til sidst strømmer gassen op i svævet, hvor den sidste rest af tjære nedbrydes.

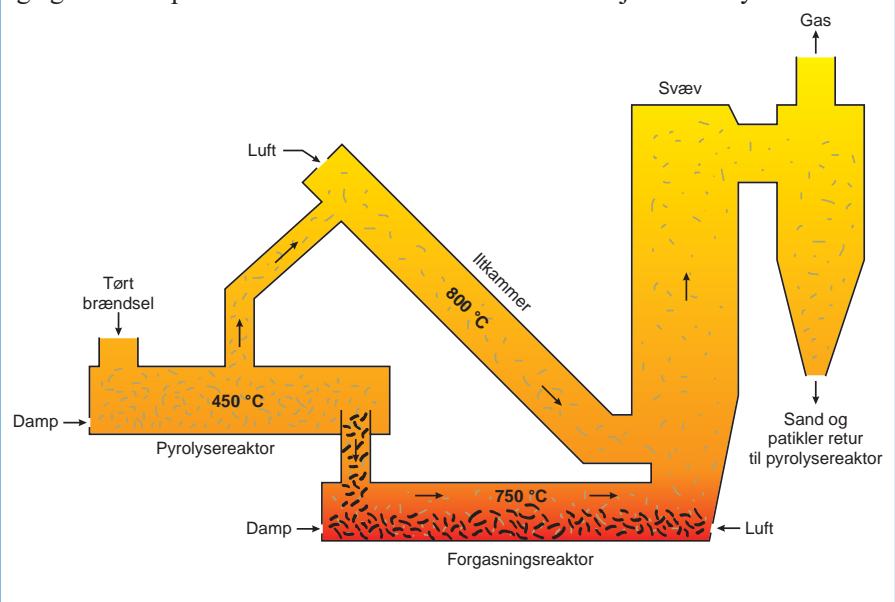




foto: jens dall bentzen/cowi

Til venstre: Laboratiemodellen af forgasningsanlægget på Danmarks Tekniske Universitet. Næste fase i projektet bliver opførelse af et pilot-anlæg hos en anlægsvært.

Til højre: Afprøvning af laboratiemodellen på Danmarks Tekniske Universitet. I første omgang blev gassen brændt af i en fakkel. Senere skal der udføres forsøg med at bruge gassen i en motor, som er koblet til en elgenerator.



foto: jens dall bentzen/cowi

sen antændes. Såvel gas, som de tjære-rester der er tilbage, ledes herefter til forgasningsreaktoren, hvor der sker en yderligere reduktion af tjæreindholdet, når gassen blandes med koksfraktionen.

Gassen fra forgasningsreaktoren bliver herefter rensed i et posefilter og eventuelt et aktivt kulfilter, før den anvendes som brændstof i en gasmotor, der er koblet til en elgenerator.

Det nye anlæg er baseret på den såkaldte fluid bed teknologi, der er kendt fra store kraftværksanlæg. Princippet går ud på, at et porøst materiale som sand føres med rundt i anlægget, så man på den måde hurtigt kan få varmet biomassen op, og samtidig sikre en korrekt temperatur i de forskellige trin anlægget er delt op i.

Laboratiemodell

På Danmarks Tekniske Universitet har man opbygget en laboratiemodell på 100 kW af det nye forgasningsanlæg, og man har udført en række forsøg, der viser, at processen er stabil og at anlægget er i stand til at producere gas med et meget lavt tjæreindhold.

Samtidig med de praktiske forsøg er der udført en række modelberegninger, hvor virkningsgraderne for forskellige energisystemer er blevet beregnet. Heraf fremgår det, at det er muligt at opnå elvirkningsgrader på helt op til 40 procent, selv ved forholdsvis simple anlæg. Ved mere avancerede anlæg vil det være muligt at få elvirkningsgraden op på omkring 45 procent.

På baggrund af resultaterne fra projektet er der nu planer om at etablere et pilotanlæg hos en anlægsvært. I første omgang satses der på at bruge brændelsespiller, fremstillet af biomasse, men der vil være mulighed for at lave forsøg med flere forskellige typer brændsler.

Projektet om LT-BIG forgasseren er udført i samarbejde mellem COWI A/S, Institut for Energi, Mekanik og

Konstruktion på Danmarks Tekniske Universitet samt Babcock & Wilcox Vølund. Projektet har modtaget støtte fra PSO-midlerne, der i dag administreres af Energinet.dk.

Jens Dall Bentzen er ingeniør og ansat hos COWI, e-mail: jdb@cowi.dk. Yderligere oplysninger om anlægget kan fås ved henvendelse til Jens Dall Bentzen eller Reto M. Hummelshøj, rmh@cowi.dk.

Forgasning – en ufuldstændig forbrænding

Når biomasse som træ varmes op, omdannes det i første omgang til tjæreholdige gasser og koks. Tilsættes derefter ilt, som det for eksempel sker i en brændeovn, afbrændes såvel gasserne som koksen. Restproduktet består af aske og partikler, som forsvinder op gennem skorstenen.

I et forgasningsanlæg begrænser man tilførslen af ilt, så gasserne i første omgang ikke brændes af, men kan udnyttes i for eksempel et motoranlæg. Opvarmningen af biomassen sker normalt ved at man afbrænder en mindre del af biomassen.

Ved en temperatur på omkring 200 °C starter den såkaldte pyrolyse, hvor biomassen omdannes til tjæreholdigt gas og en fast rest af kulstof (koks). Koksen kan efterfølgende omdannes til gas ved at tilsætte begrænsede mængder luft, ligesom hovedparten af tjærestoffer-

ne fra pyrolysen kan omdannes til gas ved at tilsætte begrænsede mængder luft.

Forgasningsanlæg har været anvendt i over 100 år, så der er på mange måder tale om kendt teknologi. Under anden verdenskrig blev en del biler udstyret med små forgasningsanlæg, der brugte tørrede bøgekudser på størrelse med tobaksdåser. Det gav en forholdsvis ren gas, men det er et brændsel, som kun kan skaffes i meget begrænsede mængder.

Forskningen inden for forgasningsanlæg sigter mod at konstruere anlæg, der kan producere en ren gas ved anvendelse af mange forskellige typer biomasse. Våd skovflis, halm og affald er nogle af de brændsler, der findes i betydelige mængder, men det er samtidig brændsler, som er vanskelige at forgasse.