

I dag er det ikke blot muligt at omdanne skovflis og tørt træ til gas. Selv de mere genstridige former for biomasse som halm og husdyrgødning kan forgasses. Det viser erfaringerne fra en række forsøg udført på Danmarks Tekniske Universitet. Teknologien rummer store perspektiver, men de danske afgiftsregler og krav om at affaldsanlæg skal hvile i sig selv gør det overordentlig vanskeligt at få etableret de første fuldskalaanlæg.



Foto: Jørgen Schytte

Forgasning af besværlige biobrændsler

Af Peder Stoholm

Inden for kraftværksbranchen er det velkendt, at den såkaldte cirkulerende fluid bed (CFB) forgasser kan benyttes som et forfyr til kraftværkskedler. På den måde kan asken holdes ude af fyrrummet, og det giver mulighed for at udnytte en lang række forskellige biobrændsler, uden at der opstår kraftige og korrosive belægninger i kedlen. Systemet kan for eksempel benyttes til samfyring af biomasse og affald i eksisterende kulkedler, da de forskellige typer aske holdes adskilt og dermed kan genbruges hver for sig.

Traditionelle CFB forgassere forudsætter dog typisk temperaturer på 850 – 900 °C, og derved er der stor risiko for, at asken smelter, når der anvendes biomasse fra landbruget, ligesom høje koncentrationer af fordampede askekomponenter kan give problemer, når gassen afkøles og renses.

Hos Danish Fluid Bed Technology ApS har vi i en årrække arbejdet på at udvikle en mere brændselsfleksibel variant af CFB-forgasseren. Konceptet blev første gang testet i form af et lille 50 kW anlæg på Danmarks Tekniske Universitet i år 2000, og tre år senere blev der etableret et 500 kW anlæg, der kan forgasse op til fire tons brændsel i døgnet. Senest er der designet et demonstrationsanlæg på 6

MW og gennemført økonomiberegninger for anlæg op til 12 MW.

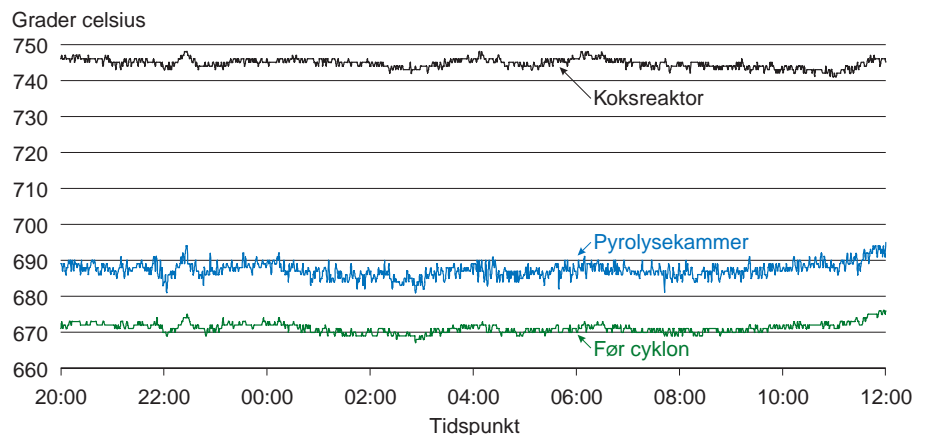
Desværre har vi endnu ikke kunnet etablere et demonstrationsanlæg, men vi holder gryden i kog gennem fortsat optimering og afprøvning samt gennemførelse af en række aktiviteter, der forhåbentlig kan føre til opførelse af et anlæg på 5 – 15 MW. Arbejdet støttes af Energinet.dk med fire millioner kroner i perioden 2007 – 2008.

Konceptet

Den nye forgasser, har fået det ”meget” mundrette navn LT-CFB. Det står for **Lav Temperatur Cirkulerende Fluid Bed**. Ligesom i en traditionel CFB-forgasser føres biomassen ind i

et reaktionskammer, hvor det hurtigt varmes op ved hjælp af sand- og askepartikler, der cirkulerer rundt i anlægget. I LT-CFB forgasseren har vi dog gjort det primære reaktionskammer mindre og sænket temperaturen, idet hensigten er at opnå en hurtig pyrolyse og ikke den mere tidskrævende forgasning af koks. Da der ikke er ilt til stede, bryder biomassen ikke i brand, men omdannes til cirka 80 procent pyrolysegas og 20 procent koks. Kokspartiklerne bliver forgasset ved tilførsel af luft og eventuel vanddamp i en særskilt koksreaktor.

I koksreaktoren er hastigheden meget lavere end i en almindelig CFB-forgasser og blandt andet derfor opnår



Figur 1. Temperaturer målt under det seneste flere døgn lange 500 kW forsøg med gødningsfibre fra biogasfællsanlægget ved Fangel. Over en afsluttende periode på 16 timer varierer koksreaktorens temperatur kun ± 3 °C.

kokspartiklerne en længere opholdstid. Det er hovedårsagen til, at koksen kan omsættes ved en lavere temperatur. Derved bliver det muligt at udnytte de mere problematiske former for biomasse, som ofte har et højt indhold af saltet KCl, der i sin rene form smelter ved 773 °C.

En yderligere fordel opnås ved at lede koksgassen ind gennem den øverste del af det koldere pyrolyse-kammer. Derved afkøles gassen så meget, at blandt andet KCl stort set kun findes på fast form og efterfølgende kan separeres fra i en cyklon eller fjernes via bundasken.

Forsøgene med forgasseren har blandt andet vist en nærmest ekstrem grad af driftsstabilitet og derved undgår man de problemer, som kan opstå, hvis temperaturen pludselig stiger og asken begynder at smelte (se figur 1).

Gødning som brændsel

Den store fordel ved LT-CFB forgasseren er, at den tilsyneladende er i stand til at forgasse stort set alle former for biomasse. Den er endnu ikke kommet til kort over for nogen af de brændsler, der er blevet testet, hvilket blandt andet omfatter træpiller, to vanskelige halmtyper, hønsegødning og fire forskellige typer gødningsfibre fra landbrug og biogasanlæg.

Fibre fra husdyrgødning er blot én af mange mulige brændselstyper, men her er perspektiverne særligt store. Energiproduktionspotentialet er på niveau med halm, og mange landmænd og biogasanlæg er interesseret i at afhænde fibrene gratis for at få løst problemerne med overskydende fosfor. Derved kan selv mindre LT-CFB-anlæg blive rentable. De seneste beregninger viser, at et 12 MW anlæg vil kunne producere el til cirka 35 øre/kWh inklusive udgifter til afhentning og tørring af fibrene. Forudsætningen er blandt andet, at der ikke skal betales affaldsafgift, og at der kan opnås en betaling på 100 kroner for hvert ton CO₂, anlægget fortrænger.

Der er også gode muligheder for at udnytte næringsstofferne i asken. Nyttiggørelse til produktion af kunstgødning er oplagt, men meget tyder på, at asken også kan spredes direkte på landbrugsjord uden at grænseværdierne for PAH og tungmetaller overskrides.

Demonstration og eksport

Økonomien i et forgasningsanlæg opført i tilknytning til et kraftværk vil formentlig være omtrent den samme som for et gødningsfyret anlæg, hvis der i stedet benyttes restprodukter fra fødevarerindustrien, organiske fraktioner af husholdningsaffald eller spildevandsslam.

Anlæg til træ, halm, energiafgrøder og tilsvarende dyre biobrændsler er derimod kun interessante for elværkerne for anlæg på over 50 MW. En så kraftig opskalering af 500 kW anlægget er imidlertid risikabel, så i første omgang er det primært mindre anlæg til billige brændsler, der er interessante.

I udlandet findes der også mange andre lavværdige og fyringsteknisk vanskelige brændsler som for eksempel rishalm og -skaller samt bomuldsaffald. I dag udnyttes kun en ubetydelig del af disse brændsler, og der er således et stort potentiale for at eksportere LT-CFB teknologien til områder med store biomasseressourcer.

Danske barrierer

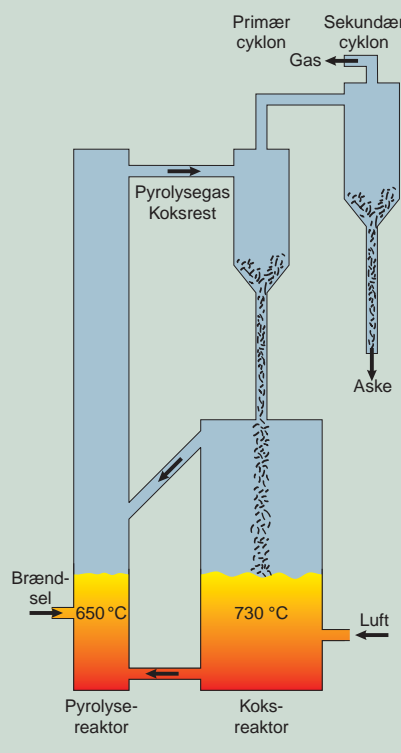
På grundlag af de overbevisende forsøgsresultater og de nævnte perspek-

tiver har et kraftværksplaceret demonstrationsanlæg til samfyring med gødningsfibre længe været et primært mål. Husdyrgødning er imidlertid ikke omfattet af biomassebekendtgørelsen, og derfor skal der som hovedregel betales affaldsafgift. Regeringen har dog fjernet afgiften for fibre fra biogasanlæg, men mængderne herfra er foreløbigt for små. For eksempel vil et 12 MW anlæg skulle tilføres tørstof fra omkring halvdelen af de cirka 150.000 ton fibre, som årligt kan separeres på de danske biogasanlæg.

Situationen er fastlåst, for så længe det er et problem at afsætte de meget fosforholdige fibre, bliver der næppe bygget flere biogasanlæg, og uden tilstrækkelige mængder fibre bliver det svært at etablere forgasningsanlæg. For at løse denne gordiske knude bør der også gives afgiftsfritagelse til rå gødning – i det mindste i en passende årrække.

Husdyrgødningens formelle status som affald betyder endvidere, at kraftværket vil blive pålagt den såkaldte "hvile-i-sig-selv" økonomi. Anlægget må altså ikke give overskud, og er således uinteressant for en kommerciel ejer.

Sådan fungerer forgasseren



Findelt brændsel tilføres i bunden af pyrolyse-kammeret, hvor det opvarmes til cirka 650°C. Da der ikke er ilt til stede, bryder halmen ikke i brand, men omdannes i stedet til 80 procent pyrolysegas og 20 procent koks. En strøm af cirkulerende sandpartikler river kokspartiklerne med sig, hvorefter de udskilles af en primærcyklon og recirkuleres til bunden af pyrolyse-kammeret via en reaktor, der omdanner koksen til gas.

Ved forgasning af koksdelene i et separat kammer er det muligt at holde procestemperaturerne lave, så asken ikke smelter. Derved kan asken, inklusive alkaliske og fosfor, skilles fra, så man får en gas, der ikke forårsager belægninger og korrosion. Den næringsrige asken kan efterfølgende genbruges som gødning og formentlig også til produktion af handelsgødning.

De nævnte barrierer synes paradoksale set i lyset af politikernes voksende enighed om behovet for:

- substituering af fossile brændsler med CO₂ neutrale brændsler,
- et konkurrencedygtigt og bæredygtigt landbrugserhverv,
- øget indsats i forhold til de voksende vandmiljøproblemer,
- flere biogasanlæg,
- øget eksport af dansk energi- og miljøteknologi.

I en fremtid med mindre elproduktion baseret på fossile brændsler og en større andel fra sol og vind er der behov for et fleksibelt elsystem. Her vil LT-CFB forgasseren være et oplagt valg, da den hurtigt kan stoppes og genstartes, ligesom belastningen kan ændres løbende.

Forgasseren er velisoleret, så temperaturniveauet i anlægget vil ikke falde nævneværdigt i løbet af en nat – især ikke hvis der er tale om store anlæg. Derfor kan opstart til for eksempel 100 procent last opnås på få sekunder ved at tilsætte luft og dernæst brændsel. Hvis muligheden for varm genstart ønskes opretholdt i ugevis, kræver det formentlig kun 1 – 2 timers daglig drift i tidsrum, hvor effekten kan nyttiggøres.

Andre anvendelser

LT-CFB forgasseren producerer en varm tjæreholdig gas, som også kan anvendes til for eksempel Stirlingmotorer, medens anvendelser til gasmotorer, gasturbiner, brændselsceller og kold rørføring kræver yderlige gasrensning. Forgasseren vil formentlig også kunne benyttes til produktion af bioolie og syntesegas, men indtil videre fokuserer vi på effektiv og regulerbar produktion af el og varme.

Udviklingsindsatsen er gennemført i samarbejde med primært Biomasseforgasningsgruppen på Danmarks Tekniske Universitet, FORCE Technology, Anhydro A/S og DONG Energy. Arbejdet er siden år 2000 blevet støttet af Energiforskningsprogrammet og PSO-programmet, der administreres af Energinet.dk.

Peder Stoholm er direktør for Danish Fluid Bed Technology, e-mail: dfbt@catscience.dk ■

Foto: Torben Skøtt/BioPress