



Foto: Monika Neumann/Pixabay

Dansk konsortium vil udvikle ammoniakmotorer til skibe

Innovationsfonden investerer i det såkaldte AEngine-projekt, der skal udvikle ammoniakmotorer til skibsbranchen. Projektet skal bane vejen for den første kommercielle ordre på et skib med ammoniakmotorer, og den første motor skal være klar til test i 2024.

Af Torben Skøtt

Bag AEngine-projektet står et konsortium, som ledes af MAN Energy Solutions. Derudover deltager DTU, klassificeringsselskabet DNV GL og det danske firma Eltronic FuelTech, som leverer brændstofsyste-
mer. Motoren til ammoniak skal efter planen være klar til test i 2024.

Ammoniak er interessant som fremtidens brændstof til skibe, fordi det ikke indeholder kulstof og dermed ikke frigiver CO₂ ved forbrænding. Det kan fremstilles ud fra kvælstof fra luften og brint, som er produceret på basis af grøn strøm fra sol og vind. Produktionen kan let skaleres op og

på den måde fungere som et energilager for vindmøller og solceller.

Eftersom der allerede transporteres store mængder ammoniak rundt om i verden, er det begrænset, hvor meget der skal investeres i den nødvendige infrastruktur. I dag er der således omkring 120 havne verden over, som håndterer ammoniak, og nogle af disse havne tilbyder også opbevaringsfaciliteter.

Rollerne i projektet

AEngine-projektet har en tværfaglig tilgang til opgaven, og deltagerne i konsortiet spænder over alle de forskellige aspekter ved anvendelse af ammoniak som skibsbrændstof.

MAN Energy Solutions er verdens førende udvikler af low-speed-motorer til store kommercielle skibe og vil have rollen som projektkoordinator. Virksomheden har en betydelig erfaring med udvikling af motorer, der kører på alternative brændstoffer, og har blandt andet udviklet verdens første totaktsmotor, der kan bruge metanol, etan og LPG som brændstof. MAN Energy Solutions vil være ansvarlig for brændstofindsprøjtning,

forbrændingssystem, motorkomponenter samt teknologier til efterbehandling af udstødningssgas. Endelig vil selskabet være ansvarlig for testfaciliteter og prøvekørsel af motoren.

Eltronic FuelTech er førende inden for udvikling, produktion, installation og vedligeholdelse af brændstofudstyr til den maritime industri. Firmaet vil have ansvaret for motorens brændstofsyste-
m, tanke samt rensnings- og ventilationssystemer.

DTU er Danmarks største tekniske universitet og er et kendt navn på verdensplan, når det kommer til ammoniak og motorbrændstoffer. I projektet indgår DTU Kemiteknik, som vil være ansvarlig for at undersøge ammoniaks forbrændingskemi, og DTU Mekanik vil støtte projektet ved at overføre sin viden fra forskning med små ammoniakmotorer til store skibsmotorer.

DNV GL er verdens førende klassifikationsselskab. Det får til opgave at fastsætte sikkerhedsforskrifterne for brug af ammoniak om bord på skibe og være konsulent for den type spørgsmål, hvor konstruktionen har betydning for sikkerheden. ■

Methanol fra biogasanlæg kan erstatte 30 procent af benzinformbruget

Hvis CO₂-indholdet fra landets biogasproduktion udnyttes til fremstilling af methanol, vil der i 2023 kunne produceres grøn metanol, svarende til 30 procent af dagens benzinformbrug. Teknologien findes, men lovgivningen sætter en effektiv barriere for, at det kan lade sig gøre i praksis.

Af Torben Skøtt

Methanol er et genialt brændstof. Det har et højt oktantal, lave emissioner og kan bruges i såvel forbrændingsmotorer som i brændselsceller. Det kan fremstilles ud fra grøn brint og CO₂, som blandt andet biogasanlægene blot smider væk. Endelig kan det være med til at skabe balance i energisystemet, fordi produktionen kan tilpasses den varierende elproduktion fra sol og vind.

Og teknologien til fremstilling af grøn methanol findes. Det kom frem på et webinar, som Hydrogen Valley afholdt sidst i oktober. Her kunne eksperter fra en række virksomheder og Aalborg Universitet fortælle om Power2Met-projektet, hvor CO₂ og vindmøllestrøm konverteres til såkaldt eMethanol. I projektet er der etableret et pilotanlæg, der kan producere 1.000 liter eMethanol om dagen, men der er allerede truffet beslutning om et større anlæg i Skive. Det skal stå færdig i 2022 og vil kunne producere cirka 10 millioner liter eMethanol om året.

Det er Aalborg Universitet, der ejer og driver Power2Met-anlægget, som er opført med støtte fra EUDP. Reelt er der tale om to kendte teknologier, som er bygget sammen i en unit, nemlig et elektrolyseanlæg og en syntesereaktor, der konverterer brint og CO₂ til eMethanol. Green Hydrogen Systems har leveret elektrolyseanlæg-

get, mens REIntegrate, der er et spin-out fra Aalborg Universitet, har stået for den del af anlægget, som konverterer brint og CO₂ til eMethanol.

Henvender sig til biogasanlæg

Power2Met-teknologien vil i princippet kunne konvertere el og en hvilken som helst form for CO₂ til eMethanol, men i første omgang er det biogasanlæg, folkene bag teknologien har i tankerne.

– Vores vil gerne demonstrere, at det kan være en god business case for biogasanlæggene at bruge biogasen indhold af CO₂ til fremstilling af eMethanol. Og vi taler ikke om eksperimentelle anlæg, men om standardiserede anlæg, der kan leveres til en

fast pris, lød det fra Niels-Arne Baden fra Green Hydrogen Systems.

Han lagde dog ikke skjul på, at prisen på brint skal ned for at økonomien kan hænge sammen. Green Hydrogen Systems arbejder derfor benhårdt på at kunne reducere prisen på elektrolyseanlæg med 30 procent inden 2022. Det vil ifølge Niels-Arne Baden reducere prisen på grøn brint til 2,50 – 2,75 euro/kg, og derved er man tæt på at kunne producere eMethanol til samme pris som methanol, fremstillet på basis af fossile brændstoffer.

Power2Met-teknologien er udformet, så der kan skrues op og ned for elforbruget til elektrolyse i takt med, hvor meget el der er på markedet.

Sådan produceres eMethanol

- I Power2Met-anlægget adskilles vand i ilt og brint via alkalisk elektrolyse. Det sker ved et tryk på 35 bar og en virkningsgrad på 83 procent.
- Efterfølgende ledes brint og CO₂ gennem en varmeveksler, der varmer gassen op til 210 grader.
- Den varme gas føres igennem en syntesereaktor med et katalysatormateriale, der kan konvertere brint og CO₂ til metanol og vand.
- I syntesereaktoren er det i første omgang kun cirka 10 procent af gassen, der bliver konverteret til methanol. Den resterende del bliver kølet ned til 30 grader, hvor metanol og vand kan adskilles fra gassen. Derefter bliver gassen komprimeret til 35 bar og ledt gennem syntesereaktoren endnu en gang. I gennemsnit sendes gassen ti gange gennem reaktoren, før alt gas er omsat til metanol og vand.
- Methanol fra syntesereaktoren indeholder cirka 30 procent vand, som skilles fra ved en almindelig destillationsproces.



Foto: Hydrogen Valley

Power2Met-anlægget ved Aalborg Universitet. Anlægget kan producere 1.000 liter eMethanol om dagen, men der er allerede truffet beslutning om et større anlæg i Skive. Det skal stå færdig i 2022 og vil kunne producere cirka 10 millioner liter eMethanol om året.

Det kan især få stor betydning i fremtiden, hvor man forventer flere og længere perioder med lave elpriser.

1 ton metan = 1,1 ton metanol

Biogas består 60-65 procent metan og 35-40 procent CO₂. På de fleste biogasanlæg, og ikke mindst de nye anlæg, bliver CO₂-indholdet separeret fra, så gassen kan sælges via naturgasnettet. CO₂-indholdet går således tabt med mindre man altså bruger det til for eksempel eMethanol.

– Vi vil gerne have fat i de store mængder CO₂, som biogasanlæggene udleder. Hver gang et biogasanlæg producerer 1 ton metan, produceres der 1,5 tons CO₂, som ved tilsætning af brint kan blive til 1,1 tons eMethanol, forklarede Søren Knudsen Kær fra REIntegrate.

Biogasanlæggene kan således øge deres produktion af grøn energi markant ved at udbygge gasproduktionen med et anlæg til fremstilling af eMethanol. Ifølge Søren Knudsen Kær vil et anlæg – koblet til et typisk stort dansk biogasanlæg – kunne producere omkring 20 millioner liter eMethanol om året. Det svarer til energiforbruget i 14-15.000 personbiler.

I de senere år har biogasudbygningen for alvor taget fart, og i 2023 forventes den samlede biogasproduktion at nå op på 30 PJ. Den tilhørende CO₂-produktion vil være på omkring 1 million tons om året, og hvis man

forestiller sig, at det alt sammen konverteres til eMethanol ved tilsætning af brint, vil der kunne fremstilles metanol, svarende til 30 procent af dagens benzinforgbrug. Det vil give en årlig CO₂-fortrængning fra transportsektoren på 1,2 millioner tons.

“I praksis fremmer iblandingskravet biobrændstoffer, der er baseret på fødevarer. Hvis det i stedet var et CO₂-fortrængningskrav, ville eMethanol vinde stort over biobrændstoffer, baseret på fødevarer.”

Laveste fællesnævner

Det kommer dog næppe til at ske – i hvert fald ikke hvis det drejer sig om at reducere CO₂-udslippet fra personbiler.

Som det ser ud i dag, er det nemlig begrænset, hvor meget methanol, der kan blandes i benzin. Reglerne siger højst tre procent, så hvis man skal op på en højere procentdel, skal motorerne modificeres. Det vil give en bedre forbrænding, bedre energieffektivitet og færre emissioner, men i dag har bilproducenterne intet incitament til at udvikle den type motorer. Det sagde Michael Mücke Jensen fra Drivkraft Danmark, der er en brancheorganisation for tankstationer og raffinaderier.

– Methanol indeholder kulstof (C), så for bilproducenterne tæller det altid negativt i CO₂-regnskabet – uanset om det er sort methanol eller eMethanol. De kan således ikke leve op til kravene om at reducere CO₂-udslippet ved at satse på et brændstof som eMethanol, forklarede Michael Mücke Jensen.

Der udvikles og produceres faktisk både personbiler og tungere køretøjer med forbrændingsmotorer, som kan klare op til 85 procent methanol i tanken. De markedsføres bare ikke på det europæiske marked, da methanol ikke tæller positivt i bilfabrikanternes CO₂-regnskab.

Et andet problem handler om, at der ikke er et CO₂-fortrængningskrav til benzin og diesel, men blot et iblandingskrav.

– I dag er det kun biobrændstoffer, der tæller med i iblandingskravet, uanset CO₂-fortrængningseffekten. I praksis fremmer iblandingskravet biobrændstoffer, der er baseret på fødevarer. Hvis det i stedet var et CO₂-fortrængningskrav, ville eMethanol vinde stort over biobrændstoffer, baseret på fødevarer. I dag er det desværre den laveste fællesnævner, der gælder. Derfor får vi ikke methanol ind i transportsektoren, før lovgivningen ændres, konkluderede Michael Mücke Jensen.

Læs mere på hydrogenvalley.dk.



Foto: Ausumgaard

I Vestjylland konverterer de græs til protein og biogas

Danmark har fået sin første fabrik, der producerer protein på basis af græs, og hvor restproduktet bliver brugt til fremstilling af biogas. Endnu en fabrik er under planlægning, og denne gang er målet at udvinde protein, der kan anvendes til fødevarer.

Af Torben Skøtt

For fire år siden var det bare en idé om at konvertere græs til protein og biogas, men idéen viste sig at være bæredygtig, og i år blev konceptet til virkelighed. I september blev en fabrik til 30 millioner kroner indviet på herregården Ausumgaard ved Hjerm i Vestjylland, så nu kan lokalt høstet kløvergræs blive til koncentreret proteinmasse, og restproduktet fra processen kan blive til energi via et stort biogasanlæg, som er opført i tilknytning til fabrikken. Det skriver Erhvervsstyrelsen i en pressemeddelelse.

– På længere sigt kan teknologien revolutionere produktionen af foder til grise og kyllinger, og så er det ganske enkelt en kæmpegevinst for vores klimadagsorden at gøre produktionen af protein mere bæredygtig. Vi benytter en råvare, der er lige ved hånden, vi slipper for at importere soja, og vi producerer energi, fortæller Kristian Lundgaard-Karlshøj, der ejer Ausumgaard.

Det friske græs ligger klar til at blive forarbejdet i græsproteinanlægget, hvor en centrifuge udskiller selve proteinet.

Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram (GUDP) har støttet byggeriet med 14,6 millioner kroner. Hovedaktionær er Ausumgaards mangeårige samarbejdspartner, Vestjylland Andel – et af landets største growareselskaber, som har deltaget, siden projektet var nyt og lysegrønt.

– Vi er Danmarks største producent af økologisk foder, og vi har længe ledt efter en erstatning for soja, som vi primært henter i Kina. Soja fra Kina er ikke bæredygtigt – både på grund af klimabelastningen og den generelle forsyningsusikker-

hed, der er omkring import fra Kina, siger administrerende direktør i Vestjylland Andel, Steen Bitsch.

Et nyt forretningsområde

Vestjyllands Andel har i alt investeret omkring 55 millioner kroner i fabrikken og et anlæg i Skive, der tørrer proteinet, så det kan lagres.

Yderligere tre græsproteinfabrikker er på tegnebrættet hos Vestjyllands Andel, og på langt sigt tror Steen Bitsch på, at protein, produceret på basis af dansk græs, bliver en gylden mulighed for indtjening for landbruget. I første omgang er der tale om protein til foder, men på sigt er det planen, at der også skal fremstilles protein til fødevarer.

– Jeg er overbevist om, at vi i landbruget kommer til at producere væsentlig flere plantebaserede produkter, end vi tidligere har gjort. Det her bliver et nyt forretningsområde, og vi undersøger lige nu muligheden for også at producere humanprotein på græs. Hele området er på vej fremad, og derfor er vi med i projektet, siger Steen Bitsch.

Ét ud af fire projekter

Græsproteinfabrikken er ét ud af fire forsøgsprojekter med udnyttelse af grøn biomasse, som blev igangsat i

Sådan virker det

- Kløvergræs og lucernegræs høstes lokalt og indleveres til græsproteinfabrikken.
- I en centrifuge udskilles protein, som kan benyttes i foder til enmavede husdyr som svin, kyllinger, fisk og geder.
- I processen dannes et restprodukt, pulp, der kan bruges som græsfoder til køer, fordi der stadig er meget protein tilbage i græsset.
- Restprodukterne, brunsaft og pulp, kan anvendes i biogasanlægget.



Foto: Ausumgaard

Kløver- og lucernegræs høstes med en såkaldt MaxiGrass-vogn og fragtes herefter videre til græsproteinfabrikken, hvor det bliver forarbejdet.

2016 med seks millioner kroner i støtte fra EU's Regionalfond.

Blandt dem, der har været med til at sætte de fire projekter i søen, er projektleder Michael Støckler fra Food & Bio Cluster Denmark. Han fremhæver græsproteinfabrikken som et godt eksempel på, at støtte fra EU's Regionalfond kan være helt afgørende for udvikling af en idé til et koncept.

– De fire projekter er generelt en solstrålehistorie. De blev igangsat som forarbejder og er alle kommet videre som konkrete projekter, der bidrager til nye, spændende måder at udnytte grøn biomasse på. Græsproteinfabrikken fik dengang en million til at udvikle et koncept, og da det var på plads, var det nemmere at skaffe investorer, lyder det fra projektlederen.

– Den første million har helt sikkert været afgørende for at skubbe projektet i gang i sin tid, siger Kristian Lundgaard-Karlshøj, som roser Food & Bio Clusters evne til at skrue et godt partnerskab sammen.

Fabrikken er udviklet af ingeniørvirksomheden R&D Engineering på basis af konceptet, som forskere fra Aarhus Universitet og SEGES stod bag.

De tre andre projekter

Virksomheden Biomass Protein og en række partnere står bag et af de andre forsøgsprojekter med udvikling af

et kommercielt koncept for en græsproteinfabrik. Udviklingsarbejdet, der har fået to millioner kroner i støtte fra EU's Regionalfond, foregår i den grønne industripark GreenLab i Skive, og det er gået så godt, at GUDP netop har bevilget otte millioner kroner til næste fase i projektet. Målet er at kunne etablere en fabrik, der kan udvinde protein af græs, men der anvendes en anden teknik end på Ausumgaard, og det er planen, at proteinet skal kunne bruges til fødevarerprodukter.

I et tredje projekt med titlen GrassBot2 har tre virksomheder og forskere fra Aarhus Universitet udviklet en robot, der kan opsamle græs på våde, dyrkede marker. Løsningen kan bruges i de områder, hvor man ikke kan bruge konventionelle landbrugsmaskiner.



Foto: Ausumgaard

Endelig har et innovationssamarbejde mellem en række fødevarerproducenter og forskere fra DTU og Aarhus Universitet ført til udvikling af prototyper på fødevarerprodukter, der indeholder græsprotein.

Under indkøring

På Ausumgaard har græsproteinfabrikken nu været i gang siden september. Produktionen er stadig under indkøring, men kvaliteten af det udvundne græsprotein ser ud til at være bedre end forventet, siger administrerende direktør Steen Bitsch fra Vestjylland Andel.

Han kører forbi græsproteinfabrikken til og fra arbejde i Herning hver dag og det glæder ham. For ham er det ikke blot en forretningsmulighed, men også et projekt, som er centralt for landbrugets grønne omstilling.

– Ligesom resten af samfundet er vi i landbruget interesseret i at bidrage til mere bæredygtighed i produktionen. Det er derfor, at vi i Vestjyllands Andel over en årrække har investeret mange millioner i nye teknologier, blandt andet produktion af græsprotein, siger Steen Bitsch. ■

Det færdige protein er klar til anvendelse. Resterne fra forarbejdningsprocessen anvendes som foder til køer eller i biogasanlæg.

Svovl fra biogas skal ud på landbrugsjorden

Siden 1970 er indholdet af svovl i luften faldet med omkring 90 procent, og det betyder, at landmændene i dag må tilføre betydelige mængder svovl til afgrøderne. Ny forskning fra Institut for Agroøkologi viser, at planteavlerne med fordel kan bruge svovl fra biogasanlæg.



Arkivfoto: BioPress

Skærpede krav til røgrænsning har været godt for folkesundheden, men skidt for planteavlerne. Afgrøderne har nemlig brug for svovl, og tidligere blev en stor del af det behov dækket af svovlpartikler i luften.

I Danmark er den atmosfæriske svovldeponering faldet fra 20 til 2 kg. svovl/hektar/år mellem 1970 og 2016. Og det er virkelig problematisk for dyrkning af afgrøderne, fordi mineraliseringen af svovl fra jordens organiske materiale ofte er utilstrækkelig til at imødekomme afgrødens behov. Det skriver DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug på sin [hjemmeside](#).

Centeret har nu undersøgt, hvordan man kan kompensere for det manglende svovlindhold i luften ved at bruge afsvovlningsprodukter fra landets biogasanlæg.

Svovl i biogas

I et biogasanlæg produceres der to hovedprodukter: afgasset gødning og biogas. Tidligere undersøgelser har vist, at nedbrydningen i biogasanlægget bidrager til en markant stigning i gødningsværdien af organiske materialer, specielt for kvælstof, men ikke for svovl.

Det hænger sammen med, at noget af svovlet reduceres til svovlbrinte, som befinder sig i biogassen, og som skal filtreres fra, før gassen kan bruges til energiformål. Det sker i nogle specielle filtre, der kan opfange svovlet, og forskerne ved DCA har nu set nærmere på, hvordan svovlfilterproduktet – der både indeholder sulfat og elementært svovl – bedst kan anvendes i landbruget.

Svovlfilterprodukterne har generelt en lav koncentration af svovl og kan være ætsende i ren form. Derfor opbevarer landmænd dem normalt opblandet i afgasset gylle, men sker det over længere tid, vil der være risiko for, at svovlindholdet reduceres og potentielt fordamper.

Tre produkter

I projektet ved DCA har forskerne undersøgt tre forskellige svovlfilterprodukter fra:

- en biologisk afsvovlningsproces,
- en kemisk absorptionsproces med aske fra halm,
- en kombination af kemisk absorption og biologisk regenerering (et kommercielt produkt fra Fertipaq).

Resultaterne viser, at de to første filtertyper indeholder en høj andel sulfat, mens den største andel af elementært svovl findes i Fertipaq.

– Vores undersøgelse viste, at reduktionen af sulfat i ubehandlet gødning startede efter en måneds opbevaring og steg markant efter den anden måned. Efter fire måneder var mere end 50 procent og efter seks måneder var så meget som 70 procent af det oprindelige sulfatindhold blevet omdannet til sulfid. Ved opbevaring i afgasset gødning startede reduktionen af sulfat noget senere og i et langsommere tempo end i ubehandlet gødning. Sulfatkoncentrationen ændrede sig ikke i løbet af de første to måneder af opbevaringen, og efter seks måneder var 65 procent af det originale sulfat stadig i gødningsen. Det forklarer ph.d.-studerende ved Institut for Agroøkologi, Doline

Fontaine, der har stået bag undersøgelsen sammen med professor Jørgen Eriksen og seniorforsker Peter Sørensen.

Laboratorieundersøgelsen viste endvidere, at filtermaterialet lavet af halmaske og blandet med afgasset gødning havde en konserverende effekt på sulfat, selv ved langvarig opbevaring. I skarp kontrast hertil blev rent svovl (Fertipaq) straks omdannet ved opbevaring i alle typer gødning.

Svovl i afgasset gødning

Undersøgelsen fra DCA viser, at den fraktion af tilgængelig svovl, der normalt udgør 15-19 procent af det samlede S-indhold i gødning, stiger til 56-90 procent, når filtermaterialerne bliver tilsat gødningen.

– Det er vigtigt at passe godt på sulfaten og den elementære svovl under opbevaring for at sikre en optimal effektivitet af svovlfilterprodukterne. Der er lav risiko for at reducere sulfat til sulfid, når svovlfilterprodukterne opbevares i afgasset gødning, hvis pH-værdien er lig med eller højere end 8,2, forklarer konkluderer Doline Fontaine og uddyber:

– Ved en pH på 5,5 til 8,2 er det nødvendigt at holde opbevaringstiden så kort som muligt for alle typer gødning, selvom der kun sker en lille reduktion inden for de første fire til seks uger. For filterproduktet Fertipaq, der indeholder svovl i koncentreret form, anbefaler vi en separat opbevaring under forhold, der forhindrer reduktion, og først tilførsel til en flydende gødning umiddelbart inden det køres ud på marken, konkluderer Doline Fontaine. TS

Biogasanlæg sparer klimaet for op imod 100 kg CO₂ per ton biomasse

Forskere fra Institut for Agroøkologi og Institut for Ingeniørvidenskab ved Aarhus Universitet har undersøgt klima- og miljøeffekter af fem forskellige former for biogasproduktion. Resultaterne er udgivet i en ny DCA-rapport.



Arkivfoto: BioPress

Hvordan skal fremtidens biogasproduktion se ud for at være så bæredygtig som muligt?

Det har forskere fra Institut for Agroøkologi og Institut for Ingeniørvidenskab undersøgt på foranledning af Energistyrelsen. Fem modelanlæg med fem forskellige former for biogasproduktion har været genstand for undersøgelsen, og resultaterne kan læses i en ny DCA-rapport med titlen "Bæredygtig biogas – klima og miljøeffekter af biogasproduktion". Det skriver DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug på sin [hjemmeside](#).

Rapporten beskriver og kvantificerer alle relevante effekter af biogasproduktion, herunder energiproduktion, udledning af drivhusgasser, kvælstofudvaskning, ammoniakfordampning, udnyttelse af næringsstoffer samt lugtgener fra udbringning. I tabel 1 ses de forskellige sammensætninger af biomasse, som forskerne har undersøgt. De afspejler de bedste teknologier, der findes i dag, men de er også et udtryk for forventede udviklingsveje, som formentlig vil indgå i fremtidens biogasproduktion.

Energiproduktionen tæller mest

– Vores resultater viser en samlet klimaeffekt på 65-106 kg CO₂-ækvivalenter per ton biomasse i modelanlæggene ved 45 dages opholdstid. De to faktorer, der har den bedste klimaeffekt, er produktion af gas til naturgasnettet og reduktion af metan fra opbevaring af især gylle, dybstrøelse og slagteriaffald. Langt den største del af effekten skyldes først-

nævnte, altså biogassen kan erstatte fossil energi. Det fortæller professor Jørgen E. Olesen, der er institutleder på Institut for Agroøkologi og en af forskerne bag undersøgelsen.

Forskellen mellem gasproduktion på modelanlæggene skyldes især forskelle i mængden af tørstof, der tilføres anlæggene. Forskellene er mindre, hvis klimaeffekten opgøres per produceret energienhed i stedet for per ton biomasse. I dette tilfælde varierer effekterne mellem 53 og 77 kg CO₂-ækvivalenter per GJ bruttoenergi (tabel 1).

– Modelanlægget med den største klimaeffekt per ton biomasse er M1b, der til gengæld har den laveste klimaeffekt per produceret energi. Biomassen i M1b indeholder 20 procent halm, hvilket vi ikke vurderer er en mulighed inden for rammerne af den nuværende biogasteknologi. Dette anlæg skal derfor primært ses som et scenarie for fremtidige anlæg, påpeger Jørgen E. Olesen.

Modelanlægget M4 har, bortset fra M1b, den bedste klimaeffekt, hvoraf størstedelen kommer fra et højt gas-

udbytte som følge af en stor mængde græs, dybstrøelse og bioaffald.

Opholdstiden er afgørende

Opholdstiden i biogasanlægget er også en faktor, der har betydning for den samlede klimaeffekt. Ved en længere opholdstid produceres der mere gas, og mængden af omsætteligt tørstof i lagertankene bliver reduceret. Dermed reduceres metanudledningen fra lagring af det afgassede materiale til gavn for klimaet.

– Klimaeffekten af længere opholdstid afhænger af omsætteligheden af det organiske stof i den anvendte biomasse. Den største effekt af længere opholdstid fås for tungt omsættelig biomasse som husdyrgødning og halm, mens der er begrænset effekt ved at anvende let omsættelig biomasse som afgrøder og affald. Der er en positiv effekt for alle modelanlæg ved at gå fra 45 til 60 dage, konkluderer Jørgen E. Olesen. TS

Læs hele rapporten [her](#).

Modelanlæg	Klimaeffekt/biomasse kg CO ₂ -ækvivalenter/ ton biomasse	Klimaeffekt/energi i gas kg CO ₂ -ækvivalenter/ GJ ⁻¹ bruttoenergi
M1a. Gylle + dybstrøelse	66,8	77,5
M1b. Gylle + halm	105,5	52,9
M2. Gylle + dybstrøelse + energi afgrøde	67,7	68,4
M3. Gylle + dybstrøelse + organisk affald	65,3	52,7
M4. Kløvergræs + gylle + dybstrøelse + bioaffald	99,5	54,7

Tabel 1. Klimaeffekt i forhold til typen af biomasse og energiindhold i gassen.

Ørsted og bp går sammen om stort brintprojekt i Tyskland



Foto: bp

Ørsted og bp er blevet enige om sammen at udvikle et potentielt storskalaprojekt inden for grøn brint på bp's Lingen-raffinaderi i Tyskland. Anlægget får en kapacitet på 50 MW, men skal på sigt kunne udvides til 500 MW.

Projektet, som forventes at blive klar til drift i 2024, kommer til at bestå af et 50 MW stort elektrolyseanlæg, der kan producere et ton grøn brint i timen, hvilket svarer til næsten 9.000 tons om året. Det vil være tilstrækkeligt til at erstatte cirka 20 procent af raffinaderiets nuværende fossilbaserede brintforbrug, og dermed kan CO₂-udledningen reduceres med cirka 80.000 tons om året svarende til udledningen fra cirka 45.000 biler. Det skriver Ørsted i en pressemeddelelse.

Det er hensigten, at projektet skal understøtte en mere langsigtet ambition om at opbygge en kapacitet på mere end 500 MW grøn brint i Lingen. Derved vil der være tilstrækkeligt med grøn brint til at dække hele raffinaderiets behov og til en fremtidig produktion af syntetiske brændstoffer. Det forventes, at elektrolyseanlægget skal forsynes med strøm fra

bp's raffinaderi i Lingen i det nordvestlige Tyskland, hvor der er planer om at etablere et 50 MW elektrolyseanlæg, der på sigt skal udvides til 500 MW.

en af Ørsteds havvindmølleparker i Nordsøen.

– Tung industri såsom raffinaderier bruger store mængder brint i deres produktionsprocesser. De vil fortsat have brug for brint, men ved at erstatte den nuværende fossilbaserede brint med brint produceret på vedvarende energi kan den tunge industri reducere sin CO₂-udledning markant. Men først skal vedvarende brint være

et konkurrencedygtigt alternativ til fossilbaseret brint, og derfor har vi brug for projekter som dette sammen med bp's Lingen-raffinaderi, som kan afprøve elektrolyseteknologien i stor skala og blive et eksempel på praktisk anvendelse af brint baseret på havvind, siger Martin Neubert, der er koncerndirektør og administrerende direktør for Offshore i Ørsted.

Brint i gasapparater

Brint er for alvor kommet på dagsordenen, og muligheden for at bruge gassystemet til brintdistribution er oplagt, men kan Europas 200 millioner gasapparater håndtere blandinger af brint og gas?

Det skal nu undersøges i THyGA-projektet, hvor man vil afdække de tekniske og lovgivningsmæssige aspekter ved at tilsætte brint til naturgasnettet. Dansk Gasteknisk Center deltager i projektet. Læs mere på www.dgc.dk, hvor der også findes et link til et nyhedsbrev om THyGA.

Ansøgning om EU-finansiering

Partnerne har i fællesskab ansøgt om finansiering af projektet fra EU's Innovationsfond, som i dag er et af de største finansieringsprogrammer for kulstoffattige innovative teknologier, og hvor der er fokus på energiintensive industrier.

Ud over selve produktionen af vedvarende brint har projektet fokus på at maksimere elektrolyseanlæggets effektivitet og muliggøre fleksibel drift og fuldstændig integration i raffinaderiet. Derfor vil de tekniske og kommercielle undersøgelser også omfatte vurderinger af bæredygtig anvendelse af de vigtigste restprodukter fra elektrolysen, primært ilt og overskudsvarme med lav temperatur. TS

Amager Bakke skal være CO₂-neutral i 2025

Med et fuldskala-anlæg til CO₂-fangst vil Amager Bakke kunne fange cirka 500.000 tons CO₂ årligt og dermed hjælpe København et stort skridt på vej mod at blive verdens første CO₂-neutrale hovedstad.

EU's Innovationsfond har for nylig modtaget en ansøgning fra Amager Bakke (ARC) om midler til et fuldskala-anlæg, der fra 2025 vil kunne indfange 500.000 ton CO₂ årligt fra forbrændingsanlægget på Amager.

For Københavns Kommune vil en reduktion på 500.000 tons CO₂ betyde, at kommunen stort set kommer i mål med sin plan om at blive klimaneutral i 2025. En CO₂-reduktion i den størrelsesorden svarer desuden til mere end to procent af Danmarks ambitiøse klimamålsætning frem mod 2030.

– Et projekt, som det vi søger om, ligger fuldstændig i tråd med Københavns og resten af landets klimambitioner. Samtidig flugter CO₂-fangst med anbefalingerne fra både Parisaftalen og FN's klimapanel. Derfor føler jeg mig sikker på, at vi med dette projekt har fat i den lange ende i forhold til den grønne omstilling regionalt, nationalt og internationalt, siger ARCs direktør Jacob H. Simonson.

Projektet forventes at kunne stå klar i 2025, hvis regeringen baner vejen med de nødvendige rammevilkår. Derudover er projektet afhængigt af støtte, da det er et af de første af sin slags.

ARC har søgt EU's Innovationsfond om et tilskud på 0,5-1 milliard kroner. Hvis Innovationsfonden imødekommer ansøgningen, vil det betyde, at 60 procent af udgifterne til etablering og drift vil være finansieret i de første ti år af anlæggets levetid.

Amager Bakke satser på at være CO₂-neutral i 2025.

Biogas til tung transport – fakta, fordele og gode eksempler

Dansk Gasteknisk Center har relanceret hjemmesiden gasbiler.info. Her kan man blandt andet finde en oversigt over gastankstationer og en oversigt over gaskøretøjer med tekniske oplysninger for hvert køretøj.

Danmark er bagud med at indføre gasbiler i forhold til mange andre europæiske lande. I dag findes der cirka 700 gasdrevne køretøjer i Danmark, og der er 17 gastankstationer. Men flere og flere virksomheder får øjnene op for fordelene ved at investere i gasdrevne køretøjer. Det gælder især inden for den tunge transport, hvor opgraderet biogas er et miljøvenligt alternativ til diesel med lavere CO₂-udslip, en mindre støjende motor og lige så hurtigt at tanke som diesel.

En af de regioner, der er godt i gang med at omstille transporten, er Nordjylland, hvor 16 nye biogasbusser har kørt siden maj 2020, og hvor Nature Energy er ved at opstille flere gastankstationer. Omvendt mangler der gastankstationer i blandt andet Østjylland, Sydvestjylland, Vestsjælland og Lolland-Falster.

Alle de danske gastankstationer leverer tryksat gas. Der findes endnu ingen tankstationer i Danmark, der kan levere flydende metangas, som er kølet ned til minus 152 grader.

Læs mere på gasbiler.info.

333 millioner fra Danmarks Frie Forskningsfond til grøn omstilling

Danmarks Frie Forskningsfond (DFF) har bevilget i alt 333 millioner kroner til 65 forskningsprojekter inden for den grønne omstilling. De 65 projekter modtager hver mellem 2,5 og 11 millioner kroner.

De mange støttekroner skal bruges til at hjælpe talentfulde forskere på vej og på den måde sikre nye forskningsmæssige gennembrud inden for blandt andet klima, natur og miljø.

DFF har modtaget i alt 452 ansøgninger fra alle dele af den danske forskningsverden, og de 65 projekter, der er kommet gennem nåleøjet, omfatter et bredt spektrum af forskning inden for den grønne omstilling.

Forskningsprojekterne finansieres af tematiske forskningsmidler, det vil sige temaer, som der politisk er valgt at prioritere midler til. DFF udmøntede tematiske forskningsmidler for første gang i 2018, og årets udmøntning af midlerne til grøn omstilling på 333 millioner kroner er den hidtil største tematiske pulje i DFF-regi.

De 65 projekter modtager hver mellem 2,5 og 11 millioner kroner og vil løbe over en periode på 3-6 år. Flere af projekterne arbejder med forskellige former for energilagring.

DFF investerer i risikovillig forskning, der er baseret på forskernes idéer inden for og på tværs af videnskabelige områder, uafhængigt af politiske og strategiske satsninger.



Foto: Amager Resource Center

Brintvirksomheden Everfuel forbereder børsnotering

Danske Everfuel har vokseværk og søger efter knap 300 millioner kroner til at finansiere virksomhedens fortsatte vækst inden for grøn brint til transport.

Everfuel ejer og driver infrastruktur til både produktion, distribution og tankning af grøn brint. Virksomhedens primære kunder er inden for bus-, lastbil- og taxidrift på tværs af en række europæiske lande, hvor den jyske brintvirksomhed oplever en hastigt voksende interesse for nulemissionsløsninger fra andre segmenter såsom varelevering, tog, skibe, private biler samt en række industrielle formål.

– Vedvarende energi konkurrerer nu fuldt ud med fossil energi. Samtidig er de teknologier, der kræves for sikkert og skalérbart at forbinde brintværdikæden fra produktion til tankning, modnet og klar til at blive rullet ud over hele Europa. Det betyder, at det nu er tid for en virksomhed som Everfuel at frigøre det potentiale, der ligger i at integrere og optimere på tværs af værdikæden. Vi gør nu en indsats for at sikre, at grøn brint bliver tilgængeligt i stor skala og fremskyn-der overgangen til nulemissionstransport i Europa, udtaler direktør for Everfuel, Jacob Krosgaard, i en pressemeddelelse.

Læs mere på www.everfuel.com.

Ny aftale om grøn forskning sætter fokus på PtX

Aftale om forskningsreserven for 2021 på 3,1 milliarder kroner er på plads. Aftalen indeholder en målrettet satsning på fire grønne missioner herunder PtX.

Regeringen og hovedparten af Folketingets partier har indgået en aftale om fordeling af forskningsreserven for 2021 på 3,1 milliarder kroner. Aftalen indeholder en målrettet satsning på fire grønne områder, såkaldte missioner. Det drejer sig om CO₂-fangst, PtX, landbrug og cirkulær økonomi.

– Hvis vi skal i mål med den grønne omstilling, skal vi bruge midlerne rigtigt, og derfor prioriterer vi politisk midlerne til de områder, hvor vi ved, de har den største effekt – både nu og her og i fremtiden. Og som noget helt nyt sender vi et klart signal om, at den grønne forskning er kommet for at blive ved at sikre, at det høje grønne investeringsniveau fortsætter ud i fremtiden, siger uddannelses- og forskningsminister Ane Halsboe-Jørgensen i en pressemeddelelse.

Forskningsreserven udgør cirka seks procent af det samlede offentlige forskningsbudget, som er på 24,2 milliarder kroner næste år. Derudover indgår 750 millioner kroner fra regeringens "krigskasse" mod Corona og næsten 900 millioner kroner fra Innovationsfonden, der skal løfte forskning og innovation.

Samarbejdsaftale skal styrke den grønne eksport

En ny aftale mellem Energistyrelsen og EKF Danmarks Eksportkredit skal udbrede Danmarks erfaringer med grøn omstilling til resten af verden.

I en ambitiøs grøn omstilling af energisektoren er det alfa og omega at have rammebetingelserne på plads, så man kan tiltrække investeringer. Og det er her, et øget samarbejde mellem Energistyrelsen og EKF kan gøre en forskel.

– Det overordnede formål med det nye samarbejde er at reducere den globale CO₂-udledning. Det kan vi gøre ved at hjælpe myndigheder i andre lande med at realisere målene fra Paris-aftalen og få dem til at tage ejerskab over den grønne omstilling. I Energistyrelsen byder vi ind med en masse viden om, hvordan man fra myndighedernes side får løbet en sektor i gang. Og når vi får hjulpet flere lande i gang med grøn omstilling af energisektoren, og EKF byder ind med finansieringen, kan danske eksportører af energiteknologi bidrage til at realisere de politiske ambitioner, siger direktør i Energistyrelsen, Kristoffer Böttzauw, i en pressemeddelelse.

EKF har deltaget i finansieringen af 150 vindmølleparker i 36 forskellige lande og kan stille med både know-how og den risikovillige finansiering, der er nødvendig for at få projekterne til at lykkes. Energistyrelsen har tætte samarbejder med myndigheder over hele verden for at dele Danmarks erfaringer og for at rådgive om rammebetingelser for udbygning med grøn energi.

Hos EKF var man senest med til at plante det danske flag på et nyt grønt marked, da Taiwan sidste år begyndte at opføre havvindmølleparker med danske vindmøller. Og de grønne danske eksportørers adgang til risikovillig finansiering blev for nylig styrket, da regeringen lancerede Danmarks Grønne Fremtidsfond. Her fik EKF til- delt 14 ud af fondens 25 milliarder kroner til øget eksport af danske klimaløsninger.



Arkivfoto: BioPress

Dansk elektrolyseproducent skruer op for ambitionerne

Markedet for elektrolyseanlæg er i voldsom vækst, så Green Hydrogen Systems er gået i gang med at rejse et trecifret millionbeløb og overvejer at blive børsnoteret.

Den danske producent af elektrolyseanlæg, Green Hydrogen Systems, skruer voldsomt op for ambitionerne om at erobre et boomende verdensmarked for bæredygtig produktion af brint. Selskabets direktør bekræfter, at man er i færd med at rejse et trecifret millionbeløb, som ventes at falde på plads inden udgangen af året. Det skriver [Finans](#).

Investeringsbanken FIH Partners er hyret til opgaven med at finde en ny investor, men selv efter investeringen er på plads, kan der relativt hurtigt blive brug for at rejse endnu flere penge. Derfor overvejer ejerkredsen allerede nu at sende Green Hydrogen Systems på børsen til næste år.

Markedet for elektrolyseanlæg er i voldsom vækst og investorerne forventer, at det vil blive 20-doblet på mindre end fem år. Det er derfor ikke kun Green Hydrogen Systems, der polstrer sig i disse år. Konkurrenterne, britiske ITM Power Systems, norske NEL og franske Mcopy Energy, har alle rejst mellem 400 millioner kroner og 1,5 milliarder kroner i år, og selskaberne har nu markedsværdier på 5-15 milliarder kroner.

EU har for nylig vedtaget en brintstrategi, der sigter efter en samlet elektrolysekapacitet på 6.000 MW i 2024 og 40.000 MW i 2030.



Foto: Region Nordjylland

Volvo og Daimler vil samarbejde om brændselsceller til lastbiler

Volvo og Daimler vil i fællesskab udvikle, producere og markedsføre brintdrevne brændselscellesystemer, der blandt andet kan bruges i tunge lastbiler.

Volvo-koncernen og Daimler Truck, der blandt andet producerer Mercedes lastbiler, er blevet enige om at etablere et joint venture-selskab, der skal udvikle, producere og markedsføre brintdrevne brændselscellesystemer til tunge lastbiler. Det nye selskab skal have de første systemer klar til test om tre år og kunne starte en serieproduktion af brændselscellesystemer i anden halvdel af 2020'erne.

Samarbejdet vedrører kun brændselscellesystemer. Virksomhederne vil fortsat være konkurrenter, når det drejer sig om at markedsføre deres respektive køretøjer.

Joint venture-selskabet er dannet ved at Volvo-koncernen køber 50 procent af aktierne i selskabet Daimler Truck Fuel Cell GmbH & Co. for 600 millioner euro. Købet afventer nu endelig godkendelse fra de respektive myndigheder.

For både Volvo og Daimler Truck vil der være fokus på at udvikle brændselscellesystemer til tunge lastbiler, men begge selskaber er åbne over for at bruge systemerne i andre sammenhænge. Daimler Truck har således indledt et samarbejde med Rolls-Royce om udvikling af stationære brintdrevne nødstrømsanlæg.

Læs mere på www.volvogroup.com.



Foto: Volvo Trucks

Flydende brint giver lastbiler en rækkevidde på 1.000 kilometer

Mercedes vil i sidste halvdel af dette årti serieproducere brændselscellelastbiler med flydende brint i tanken. De første kunder får bilerne til test i 2023

Én efter en begynder de store lastbilproducenter at sende eldrevne lastbiler på gaden. De fleste bliver udstyret med batterier, men flere har med tiden fået øjnene op for brint som et attraktivt brændstof. Det gælder blandt andet Hyundai, Toyota, Nikola og nu også Mercedes, der for nylig fremviste deres bud på en brintdrevet lastbil i den tunge ende af skalaen.

Konceptbilen med betegnelsen GenH2 lægger sig designmæssigt tæt op ad de batteridrevne lastbiler fra Mercedes. De batteridrevne modeller gør sig godt i byen, men til de lange stræk vil brintlastbilen med en rækkevidde på 1.000 kilometer være et oplagt valg.

Mercedes har som noget nyt valgt at udstyre GenH2 med tanke til flydende brint, der opbevares ved minus 253 grader. Det giver mulighed for at bruge mindre og lettere tanke, end hvis brinten skulle opbevares ved et tryk på 750 bar. Til gengæld får Mercedes en udfordring med infrastrukturen, da dagens brinttankstationer kun kan levere brint under tryk.

Mercedes forventer at sende de første versioner af GenH2 på gaden i 2023 og starte en serieproduktion i sidste halvdel af dette årti.

Læs mere på media.daimler.com.



Foto: Daimler

Nyt EU-projekt skal sætte skub i udviklingen af det klimavenlige landbrug

Arkivfoto: BioPress

Der findes masser af grønne, moderne landbrugsteknologier, men de benyttes alt for lidt. Med 15 millioner kroner i ryggen skal en række europæiske partnere nu finde ud af, hvordan nye, grønne teknologier kan blive implementeret i landbruget.

Der er efterhånden udviklet en lang række teknologier og strategier, der kan få landbrugssektoren over i en mere klimavenlig retning, men de er ikke rigtigt blevet taget i brug endnu. Landbruget over hele verden er stadig afhængigt af hovedsageligt fossile ressourcer til energi og produktion.

Det er baggrunden for, at EU's rammeprogram for forskning og innovation, Horizon 2020, nu investerer cirka 15 millioner kroner i et projekt, der skal fremme allerede eksisterende grønne landbrugsteknologier og anviser veje for fremtidig forskning og udvikling.

Med i projektet, der går under navnet AgroFossilFree, er en række europæiske virksomheder og vidensinstitutioner, herunder professor Claus Grøn Sørensen fra Aarhus

Universitet, som leder projektets arbejdsplan 3.

– Vi ser en relativ stor kløft mellem nyudviklede teknologier og strategier og så den faktiske anvendelse af disse bæredygtige teknologier i landbrugssektoren over hele Europa. Med dette projekt vil vi forsøge at finde ud

af, hvilke problemer der er med at få teknologierne implementeret, hvilke barrierer der eksisterer, hvilke begrænsninger og muligheder der er, hvordan teknologierne spiller sammen og om der mangler noget, siger Claus Grøn Sørensen.

Med arbejdsplan 3 er det Aarhus Universitets opgave at lede indsatsen med at identificere interessegrupper og bringe dem sammen. Arbejdet skal munde ud i en række guidelines, der beskriver, hvor der findes eventuelle mangler i nye teknologier, og hvordan rammevilkår kan være en barriere for omstilling af landbruget i en mere bæredygtig retning. I arbejdsplan 3 skal der være særlig fokus på det store antal små og mellemstore europæiske producenter med begrænset adgang til information.

AgroFossilFree koordineres af Center for Research and Technology Hellas og omfatter i alt 15 partnere fra 9 lande. Konsortiet inkluderer forskere, landbrugsorganisationer, industrielle partnere og serviceudbydere. Fra dansk side deltager SEGES og Aarhus Universitet.

Projektet løber i tre år. TS

Læs mere på ingenioer.au.dk.

FiB lukker ved udgangen af 2020

Det første nummer af FiB udkom i april 2014, og siden da er der udkommet 66 tidsskrifter og 98 nyhedsbreve, men til januar 2021 er det slut.

FiB lukker ved udgangen af 2020, så hvis du vil have downloadet nogle af de mange tidsskrifter og nyhedsbreve, skal det ske inden for de kommende måneder. På biopress.dk/publikationer finder du en oversigt over tidsskrifter og nyhedsbreve og på www.biopress.dk/artikler er der en oversigt over artikler, fordelt på emner.