

EU: Uden brint går det ikke

Brint er en helt nødvendig energibærer, hvis EU skal nå målet om at være klimaneutral i 2050. Det er en af konklusionerne i EU's nye brintstrategi, der blev offentliggjort den 8. juli. Ifølge strategien skal produktionen af grøn brint i EU op på ti millioner tons senest i 2030.

Der er flere grunde til, at brint skal have en langt mere central placering i det europæiske energisystem end tidligere, hedder det i EU's nye brintstrategi, der blev offentliggjort den 8. juli.

I de senere år er prisen på grøn el fra sol og vind faldet markant, men klimavenligt el gør det ikke alene. Vi har brug for flydende og gasformige brændstoffer til industri og transport, og vi har brug for at kunne lagre elproduktionen for at kunne skabe balance i energisystemet. Den opgave kan løses med brint, ligesom brintteknologierne kan være med til at give den europæiske økonomi et tiltrængt løft efter Corona-krisen.

Planen indebærer, at kapaciteten for bæredygtig brint i EU skal udbyg-

ges med mindst 6 GW frem til 2024. Inden 2030 skal kapaciteten udbygges med yderligere 40 GW, så den årlige produktion af grøn brint i EU kan komme op på knap ti millioner tons. Det vil kræve en betydelig udbygning med vindmølleparker og solcelleanlæg, idet brintproduktionen vil lægge beslag på omkring en fjerdedel af den grønne elproduktion i 2030.

I dag er det under to procent af EU's energiforbrug, der bliver dækket med brint, men ifølge den nye brintstrategi skal det stige til 13-14 procent i 2050, og det glæder Frans Timmermans, EU's ledende næstformand med ansvar for den europæiske grønne pagt:

– De strategier, som vi har vedtaget i dag, vil styrke den europæiske grønne pagt og den grønne genopretning og tydeligt lede os i den rigtige retning, så vi kan opfylde målet om dekarbonisering af vores økonomi inden 2050. Den nye brintøkonomi kan være en vækstmotor til at overvinde den økonomiske skade, som Covid-19 har forårsaget. Ved at udvikle og indføre en ren værdikæde for brint vil Europa blive en global leder og opretholde sit lederskab

inden for ren teknologi, hedder det i en pressemeddelelse fra EU.

Prisen skal ned

En af de store udfordringer ved at bruge grøn brint er de relativt høje produktionsomkostninger. Derfor lægger EU's brintstrategi op til, at det på kort og mellemlangt sigt kan blive nødvendigt at supplere med andre former for brint med et lavt kulstofindhold.

I dag koster brint, som er fremstillet på basis af fossile brændsler, kun cirka 1,5 euro/kg i EU, hvilket skyldes de relativt lave priser på naturgas og CO₂-kvoter. Til sammenligning koster brint baseret på fossile brændsler og kulstoffangst omkring 2 euro/kg, mens prisen på grøn brint typisk ligger på mellem 2,5 og 5,5 euro/kg.

Priserne på grøn strøm falder dog løbende, ligesom omkostningerne til elektrolyse er på vej nedad. Inden for de seneste ti år er omkostningerne til elektrolyse således faldet med 60 procent, og ifølge brintstrategien vil grøn brint i 2030 kunne konkurrere med fossil brint i de regioner, hvor der er lave priser på grøn strøm.

TS



Foto: HyBalance

Inden 2030 skal kapaciteten for grøn brint udbygges med 46 GW. Billedet viser Danmarks største elektrolyseanlæg i Hobro, der har en effekt på 1,2 MW og producerer brint på basis af vindmøllestrøm. I 2040 skal kapaciteten i EU for grøn brint således være 38.000 gange større end anlægget i Hobro.

Nu kommer de brintdrevne lastbiler

Hyundai Motor Company har sendt de første ti brintdrevne lastbiler til Schweiz. Inden årets udgang vil Hyundai have sendt i alt 50 brintdrevne lastbiler til alpelandet, og frem mod 2025 skal der produceres 1.600 brintlastbiler hos den koreanske bilproducent.

Ifølge Hyundai er lastbilen med modelbetegnelsen Hyundai XCIENT Fuel Cell verdens første masseproducerede brintlastbil. Amerikanske Nikola, der har forudbestillinger på et tocifret milliardbeløb på brintlastbiler, vil også begynde at levere i år, men Hyundai kom altså først.

– XCIENT Fuel Cell er “reality” og ikke blot et projekt på tegnebrættet. Ved at sende dette banebrydende køretøj på gaden markerer Hyundai en vigtig milepæl i erhvervskøretøjernes historie og udviklingen af brint-samfundet, siger In Cheol Lee, koncerndirektør og chef for afdeling for erhvervskøretøjer hos Hyundai Motor.

Hyundai har efterhånden en betydelig erfaring med brintdrevne brændselsceller. Firmaet kom for år tilbage med verdens første masseproducerede brintbil, ix35, som senere blev fulgt op af NEXO, der helt fra bunden er bygget som en brintbil. Nu er det så markedet for erhvervskøretøjer, Hyundai har kastet sig over, og som man har store forventninger til.

I første omgang har Hyundai sendt ti brintdrevne lastbiler til Schweiz, hvor man samarbejder med firmaet H2 Energy, der leaser bilerne til kommercielle lastbilsoperatører. Derefter er det planen, at XCIENT Fuel Cell skal markedsføres globalt.

Der er flere grunde til, at Hyundai har valgt at sende de første brintlastbiler til Schweiz. Her er der ikke afgift på nul-emissions erhvervskøretøjer, og det svarer næsten til de øgede dækningsomkostninger for de brintdrevne lastbiler i forhold til lastbiler med diesel i tanken. Samtidig er Schweiz et af de lande i verden, der har de største vandkraftressourcer og kan derfor levere tilstrækkelig med grøn el til fremstilling af brint.

Større model på vej

XCIENT er udstyret med et brændselscellesystem med en effekt på 190 kW. Syv store brinttanke kan tilsammen rumme cirka 32 kg brint, hvilket er tilstrækkeligt til at give lastbilerne en rækkevidde på omkring 400 kilometer. Optankningstiden er opgivet til 8-20 minutter.

Hyundai Motor er i fuld gang med at udvikle en større lastbil med en rækkevidde på omkring 1.000 kilometer. Den skal blandt andet markedsføres i Nordamerika.

Hyundai offentliggjorde i december 2018 sin “Fuel Cell Vision 2030”, der beskriver, hvordan selskabet vil fremme udviklingen af brintdrevne køretøjer. Som en del af denne plan sigter Hyundai på at kunne producere 700.000 brændselscellesystemer om året i 2030. De skal kunne bruges til både biler, lastbiler, skibe, toge, droner og elgeneratorer.

I 2025 forventer Hyundai at kunne levere 670.000 eldrevne køretøjer om året, hvoraf 110.000 køretøjer skal være udstyret med brintdrevne brændselsceller. TS



Foto: Hyundai

Hyundai har leveret de første ti brintdrevne lastbiler til det schweiziske firma H2 Energy, der leaser bilerne til kommercielle lastbilsoperatører.

Kom brint i forbrændingsmotoren

Det engelske firma ULEMCo har specialiseret sig i at ombygge forbrændingsmotorer, så de kan køre på en blanding af fossilt brændstof og brint. Det reducerer klimabelastningen, giver renere luft og man undgår problemerne med begrænset rækkevidde, da bilerne fortsat kan køre udelukkende på fossilt brændstof.

ULEMCo startede i 2014 med at konvertere Ford Transit varebiler til at kunne køre på en blanding af diesel og brint, og for nylig har virksomheden afsluttet et projekt, hvor 11 køretøjer er blevet testet gennem en længere periode. Det drejer sig om fire renovationsbiler, en fejmaskine, et køretøj til patienttransport, fire varevogne og en kølebil. Tilsammen har de 11 køretøjer tilbagelagt en strækning på 60.000 kilometer på en blanding af brint og fossilt brændstof.

I projektet med navnet LEFT (Low Emission Freight and Logistics Trial) blev mellem 20 og 45 procent af det fossile brændstof erstattet med brint. Sammenlagt blev der brugt 1.619 kg brint, hvilket resulterede i en CO₂-reduktion på over 14 tons. Reduktionen kunne imidlertid have været langt større, hvis der havde været flere brinttankstationer. Beregninger viser således, at de 11 køretøjer vil kunne reducere CO₂-udledningen med omkring 45 tons om året, hvis det havde været lettere at tanke brint.

Men det er ikke kun udslippet af CO₂, der bliver reduceret med brint i tanken. Målinger viser, at udslippet af kvælstofoxid (NO_x) reduceres med 29-85 procent, og det betyder blandt andet, at emissionerne ligger væsentligt under de krav, der stilles i EURO 6-normen for dieselmotorer.

Nem løsning her og nu

Elmotorer er langt mere effektive end forbrændingsmotorer, så når man vælger at bruge brint i ombyggede forbrændingsmotorer falder energi-



Foto: ULEMCo

Med en ombygget dieselmotor og brint i tanken kan såvel udslippet af CO₂ som udslippet af NO_x reduceres markant.

effektiviteten i forhold til den løsning, hvor brinten konverteres til el i en brændselscelle.

På den anden side er hybridløsningen med brint og fossilt brændstof en nem og enkel metode til hurtigt at få brint ind i transportsektoren. Det kræver ikke de store ændringer. Køretøjerne skal have monteret brinttanke og et modul, der sørger for den korrekte blanding af brint og fossilt brændstof kan sprøjtes ind i moto-

rens manifold. Er der ikke brinttanke i nærheden vil køretøjerne uden problemer kunne fortsætte med udelukkende fossilt brændstof i tanken.

– LEFT-forsøget har været en fremragende mulighed for at vise de forskellige løsninger, der kan bruges til at konvertere erhvervskøretøjer til brint. Det har vist, hvordan udslippet af drivhusgasser fra den tunge transport kan reduceres markant uden at kræve de store ændringer, fortæller Amanda Lyne, administrerende direktør for ULEMCo, på virksomhedens hjemmeside.

En række af partnerne i LEFT-projektet – herunder bystyret i Aberdeen byråd – bruger fortsat hybridløsningen i de områder, hvor der er tilstrækkeligt med brinttankstationer. De øvrige partnere har givet udtryk for, at de ville have gjort det samme, hvis infrastrukturen til brint var bedre udbygget.

Mindst 96 procent af den brint, der blev anvendt i testperioden, var fremstillet på basis af grøn strøm.

ULEMCo tilbyder også at udstyre elbiler med en rækkeviddeforlænger, der består af en brinttank og et brændselscellemodul.

TS

FiB lukker ved udgangen af 2020

Det første nummer af FiB udkom i april 2014, og siden da er der udkommet 66 tidsskrifter og 95 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.

Planlægger at bygge verdens største brintanlæg i Saudi-Arabien

Den amerikanske industrigigant **Air Products & Chemicals**, planlægger at opføre verdens største anlæg til fremstilling af grøn brint i Saudi-Arabien. Anlægget er budgetteret til fem milliarder dollars og vil dagligt kunne producere 650 tons grøn brint.

Det gigantiske brintanlæg skal bygges i Neom – en ny megaby, der er under opførelse i den nordvestlige del af landet, som grænser op til Egypten og Jordan. Brintanlægget, med en samlet effekt på 4 GW, vil udelukkende blive forsynet med energi fra sol og vind og vil dagligt kunne levere 650 ton grøn brint. Det skiver **Greentech Media**.

Projektet vil være et vigtigt skridt i bestræbelserne på at gøre Neom til et vigtigt globalt center for vedvarende energi og grøn brint. Saudi-Arabien forventer, at Neom, med en million indbyggere fra hele verden, kan blive et økonomisk kraftcenter og et forbillede for fremtidens bysamfund.

Brintanlægget er budgetteret til at koste fem milliarder dollars og vil blive ejet i fællesskab af Air Products, bystyret i Neom og Saudi-Arabiens ACWA Power. Sidstnævnte har i de senere år stået bag en række solprojekter i regionen og har demonstreret, at solcelleanlæg i dag kan levere el til rekordlave priser.

I tillæg til anlægsudgifterne skal der investeres to milliarder dollars i den nødvendige infrastruktur.

Brint fylder som bekendt meget, så for at lette distributionen vil Air Products & Chemicals levere brændstof til slutbrugerne i form af ammoniak, hvorefter det kan konverteres tilbage til brint. Ammoniakproduktion forventes at starte op i 2025.

Uden tilskud

Air Products CEO, Seifi Ghasemi, er overbevist om, at projektet vil være rentabelt uden offentlige tilskud. Han begrundet det med en stærk stigende efterspørgsel på grøn brint.

– Der er 260 millioner erhvervs-køretøjer i verden. Hvis én procent konverteres til brint, vil det kræve 50

anlæg i den her størrelse. Vi har arbejdet med det i fire år, og vores strategi er, at vi vil være de første til at bygge brintanlæg i mega-klassen, fortæller Seifi Ghasemi til **Greentech Media** og tilføjer:

– Enhver form for statsstøtte vil være “glasur på kagen”.

Det er planen, at tyske thyssenkrupp skal levere elektrolyseanlægene. De har i dag en produktionskapacitet på 1 GW om året, men kapaciteten forventes at stige i de kommende år. Ud over thyssenkrupp er norske Nel og ITM Power i Storbritannien i stand til at levere store elektrolyseanlæg.

Brint er ikke længere en niche, skriver thyssenkrupps chef for energilagring og brint, Christoph Noeres, i en mail til **Greentech Media**.

– Med brint vil det blive muligt at nå målene i Paris-aftalen. Brint er det centrale element i bæredygtige brændstoffer og kemikalier og kan reducere eller helt fjerne CO₂-udledningen i de sektorer, hvor elektrificering ikke er mulig, hedder det i mailen fra Christoph Noeres. TS



Foto: ACWA Power

Saudi-Arabiens ACWA Power skal være medejer af det gigantiske brintanlæg, som kan levere 650 tons grøn brint om dagen. ACWA Power har i de senere år stået bag en række solprojekter i regionen og har demonstreret, at solcelleanlæg i dag kan levere el til rekordlave priser.

Produktionen af biobrændstoffer skal baseres på restprodukter

Tanken om at dyrke biomasse til fremstilling af biobrændstoffer er forældet. Det er ganske enkelt for dyrt. Biomasse skal primært bruges til højværdiprodukter, hvorefter restprodukterne kan indgå i produktionen af grøn olie.

I årtier har man forsøgt at erstatte benzin og diesel med forskellige biobrændstoffer, men ofte bliver konklusionen, at det er uforholdsmæssigt dyrt. Derfor er flere forskere begyndt at se tingene fra en anden vinkel: Det gælder om at få maksimal værdi ud af de biologiske råvarer, og da biobrændstoffer blot skal brændes af, skal det ikke være hovedproduktet, men et sideprodukt fra fremstillingen af højværdiprodukter. Det skriver DTU på sin [hjemmeside](#).

Som eksempel omtaler DTU en forskergruppe på DTU Miljø, som tidligere har udviklet en teknologi med virksomheden Nordzucker, der har sukkerfabrikker i Danmark og resten af Nordeuropa. Virksomheden arbejdede i forvejen med at udnytte planteaaffald fra sukkerroer til at fremstille bioethanol. Forskerne analyserede processerne og kunne påvise, at virksomheden kunne benytte den samme råvare og stort set de samme anlæg til at producere ravsyre i stedet. Ravsyre benyttes blandt andet som blødgører ved produktion af maling, polymerer og kosmetik. I dag er udgangspunktet langt overvejende råolie.

– Ravsyre har en væsentligt højere markedsværdi i forhold til ethanol. Dermed er driftsøkonomien i oparbejdningen steget markant, fortæller leder af forskergruppen, professor Irini Angelidaki.

Hun er overbevist om, at vi ikke fortsat kan forlade os på subsidier. De nye løsninger skal være konkurrencedygtige, og samarbejdet med Nordzucker viser, at det kan lade sig gøre, hvis man kombinerer den tekniske udvikling med økonomiske analyser.



Arkivfoto: BioPress

Sammen med blandt andet Nature Energy skal DTU Miljø i gang med at undersøge, hvordan CO₂ fra biogasanlæg kan indgå som råstof i produktionen af flydende brændstoffer.

CO₂ er et vigtigt råstof

På det seneste er der kommet mere fokus på opsamling og lagring af CO₂, men ifølge Irini Angelidaki vil det være synd og skam at pumpe CO₂ ned i undergrunden.

– CO₂-lagring kan måske være fornuftigt i nogle lande, men jeg mener ikke, at det vil være en passende løsning for Danmark. Vi har faktisk brug for CO₂ som råstof i bioøkonomien, pointerer Irini Angelidaki.

At udnytte CO₂ til fremstilling af fossilfrie brændstoffer er også formålet i et nyt forskningsprojekt kaldet eFuel, hvor DTU Miljø samarbejder med blandt andet Syddansk Universitet samt virksomhederne Nature Energy og Biogasclean. Her skal forskerne udnytte overskydende CO₂ fra biogasanlæg til fremstilling af metan, der kan indgå som råstof i produktionen af flydende brændstoffer. Projektet er støttet af EUFP og Irini Angelidaki deltager i projektet sammen med flere kolleger fra DTU Miljø.

Bakterier og katalyse

Bioøkonomien er først lige kommet i gang for alvor, understreger Irini Angelidaki:

– Det er ikke til at sige, præcis hvilke produkter der vil vise sig at

være de bedste at producere ud fra restbiomasse. Desuden er det måske ikke sikkert, at produktion i mikroorganismer vil være den bedste vej i alle tilfælde. For eksempel findes der jo også mange muligheder for at omforme biomasse ved hjælp af termokemisk katalyse, som andre forskere på DTU interesserer sig for. Her har man været i gang længere og har opnået høj effektivitet inden for en del processer.

– Termokemisk katalyse har høj effektivitet, men kræver høj temperatur og dermed også tilførsel af en betydelig mængde energi. Produktion i mikroorganismer foregår typisk ved stuetemperatur og er dermed mere energioekonomisk. Desuden er det en meget stor fordel, at mikroorganismerne trives fint i vand. Det vil sige, at vi kan udnytte gylle, spildevand og andre våde fraktioner direkte. Vi slipper for et energiforbrug til indledende tørring, som man er nødt til i forbindelse med termokemisk katalyse, fortæller Irini Angelidaki.

Det er altså ikke et spørgsmål om et enten eller. Termokemiske og biologiske processer vil i mange tilfælde kunne supplere hinanden og kan således være med til at optimere produktionen af biobrændstoffer. TS

Aktivt skovbrug kan reducere Danmarks CO₂-udledning med 30 procent

Danmark kan reducere CO₂-udledningen med 30 procent ved at øge skovarealet med 490.000 hektar og ved i højere grad at plante hurtigt voksende nåletræarter. Det vil koste omkring 370 millioner kroner om året i en 40 års periode, hvilket er en billig og effektiv metode til at reducere klimabelastningen.

Af Torben Skøtt

Plant et træ og fæld det. Gør det igen og igen, men sørg hele tiden for, at der som minimum bliver plantet lige så mange træer, som der fældes.

Det er bæredygtigt skovbrug og er opskriften på, hvordan Danmark på en billig og effektiv måde kan reducere klimabelastningen markant.

Hvis Danmarks skovareal øges fra de nuværende 14 procent til 25 procent, og de nuværende arealer med nåletræer omlægges til hurtigt voksende nåletræer, vil CO₂-udledningen blive reduceret med omkring 30 procent. Det vil koste omkring 370 millioner kroner om året i en 40 års periode, hvilket er en både billig og effektiv metode til at reducere klimabelastningen.

Tallene kan læses i bogen *Klimaskoven*, som fire erfarne skovfolk har skrevet. Det er Anders Tærø Nielsen og Palle Madsen, begge forstkandidater og Ph.d'er, samt Esben Møller Madsen og Per Hilbert, der ligeledes er forstkandidater og med årtiers erfaringer som skovriddere i bagagen.

I en tid, hvor den kontrollerede plantage er ildeset, og hvor mange hylder den urørte skov, vil de fire skovfolk slå et slag for, hvordan bæredygtigt, klimavenligt skovbrug og biodiversitet kan gå hånd i hånd.

I "Klimaskoven" peger forfatterne på, at biodiversiteten faktisk kan være større i de klassisk drevne bøgeskove end i de urørte skove, fordi skovdriften skaber større variation. Dertil kommer, at kun få procent af sollyset slipper igennem til jordbunden i en urørt skov, og det skaber dårlige vilkår for de lyselskende plante- og dyrearter, som udgør en væsentlig del af det danske biodiversitetsproblem.

Der findes på den anden side mange andre arter, herunder rådsvampe, som trives godt i mørke,

Produkt	Middel	Lav	Høj
Kul	1,4	0,9	1,9
Naturgas	0,9	0,6	1,2
Benzin	0,4	0,4	0,4
Stål	4,0	0,9	10,0
Beton	4,0	1,0	9,8
Plastik	2,0	2,0	2,0

Tabel 1. Så mange tons CO₂ kan der spares, hver gang man erstatter et af de nævnte produkter med træ, som indeholder et ton CO₂. Bemærk at benzin har en meget lille substitutionsfaktor. Det hænger sammen med, at der er store konverteringsomkostninger ved at producere benzin-erstatninger af træ.

men de trives også i den dyrkede skov, påpeger forfatterne.

Skal erstatte materialer

Det geniale ved træ er, at det både kan substituere energislugende materialer som stål, plast og beton, ligesom det kan erstatte forskellige energiformer. Denne dobbelthed adskiller træ fra andre vedvarende energiformer – herunder også energi fra landbrugsafgrøder, som sker i konkurrence med fødevareproduktionen.

Træ skal først og fremmest bruges til at erstatte materialer, som kræver et stort energiforbrug. Det er her, træ gør allermost gavn. Hver gang træ, som indeholder et ton CO₂, erstatter beton og stål, spares der cirka fire tons CO₂, mens der for plastik er tale om to tons CO₂ (se tabel 1). For både stål og beton kan der være tale om store variationer afhængig af, hvordan materialerne er fremstillet og forarbejdet, hvorimod energiforbruget til plastik er nogenlunde konstant.

Når træ anvendes til energiformål, er substitutionsfaktoren mindre, men den er bestemt ikke uinteressant. Træ, der er blevet brugt som materiale, kan i sidste ende anvendes til energiproduktion, ligesom udtynningstræer samt toppe og grene kan anvendes som erstatning for fossil energi. Sidstnævnte vil samtidig sikre



Arkivfoto: BioPress

bedre pleje af skovene som indebærer, at mængden af veldimensioneret kvalitetstræ øges og substitutionsmulighederne dermed forbedres.

CO₂-udslippet fra afbrænding af træ er identisk med CO₂ fra fossile brændsler, men atmosfærens nettoindhold af CO₂ øges ikke, når træet stammer fra bæredygtigt skovbrug, hvor der er balance mellem hugst og nytplantning. Problemet opstår, når der fældes flere træer end der plantes.

Urørt skov belaster klimaet

Urørt skov adskiller sig fra skovdrift ved, at der ikke fjernes træ fra sko-

ven. Alt træ lades tilbage for at rådne op. Det er en af ideerne bag urørt skov, men dermed siger man også farvel til de store klimagevinster ved at lade træ erstatte materialer og fossile brændstoffer. Ganske vist sker der en reduktion af atmosfærens CO₂-indhold i en urørt skov, som er under opbygning, men når den urørte skov efter en årrække er i balance, bidrager den ikke længere til CO₂-reduktionen.

Ifølge "Klimaskoven" vil omlægning af en østdansk dyrket bøgeskov til urørt skov øge CO₂-udledningen til atmosfæren med cirka 1.700 tons CO₂/hektar over en trægeneration,

Omlægning af en østdansk dyrket bøgeskov til urørt skov vil over en trægeneration øge CO₂-udledning til atmosfæren med cirka 1.700 tons CO₂/hektar.

der for bøgens vedkommende er på omkring 120 år. Hertil kommer det væsentlige aspekt, at CO₂-effekten for den dyrkede skov kan gentages i generation efter generation, forudsat den er bæredygtig.

Det skal bemærkes, at for andre træarter kan forskellen på urørt og dyrket skov være større eller mindre. Det afhænger af arternes tilvækst, og hvilke produkter træerne kan erstatte.

25 procent skov

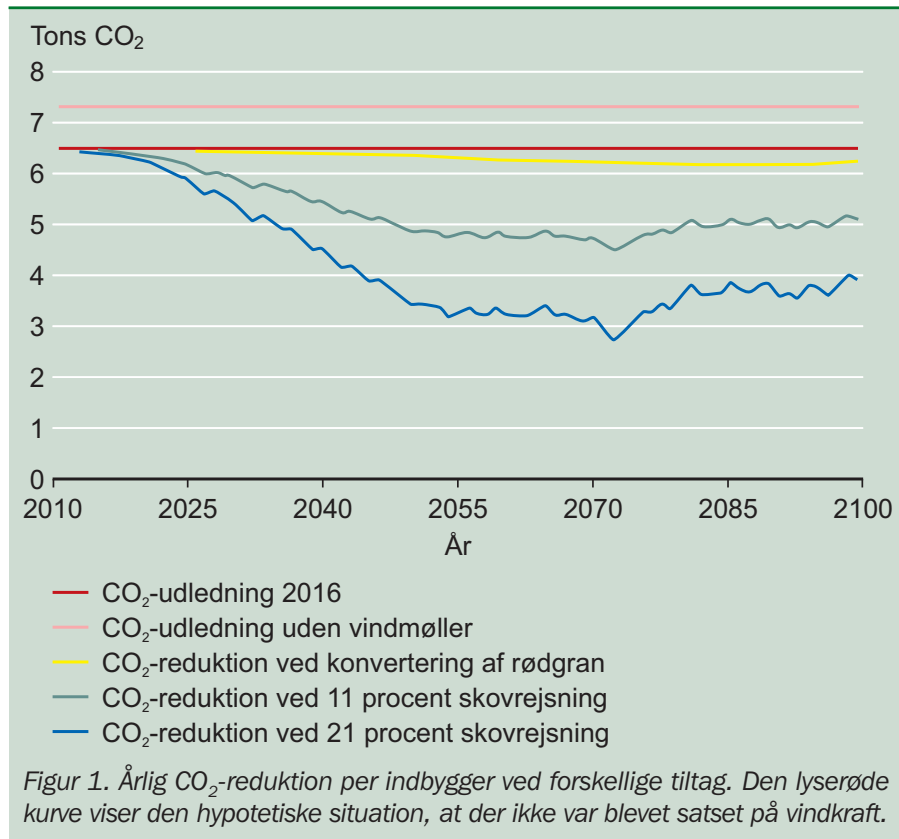
I 1989 vedtog Folketinget, at det danske skovareal skulle øges til 20-25 procent af landets areal eller godt 1,1 millioner hektar inden år 2100. I dag har vi omkring 14 procent eller 620.000 hektar skov.

Øgningen skulle ske ved tilplantning af marginal landbrugsjord, men det går trægt med at indfri ambitionerne. Desuden er den skovrejsning, der er sket siden 1989, ikke sket med et klimaperspektiv for øje. Der er ofte tale om buske og træer med en lav tilvækst og dermed en lav CO₂-binding.

Fremtidens skovrejsning bør være målrettet mod CO₂-reduktion – det vil sige hurtig etablering og høj tilvækst, skriver de fire forfattere. De foreslår, at der hvert år tilplantes 12.000 hektar med skov i en 40-årig periode. Det betyder, at 25 procent af Danmarks areal vil bestå af skov, og hvis man vil have et indtryk af, hvordan det kommer til at se ud, kan man tage en tur til Djursland. Her fylder skovarealet i dag 25 procent af landarealet.

Det øgede skovareal vil betyde mindre landbrugsjord, men beregninger i rapporten "10 millioner tons planen" fra 2012 viser, at landbrugsproduktionen vil kunne fastholdes på det nuværende niveau ved hjælp af driftsomlægninger og forædling af landbrugsafgrøderne.

Kilde: Klimaskoven.



Tang er blevet mere attraktivt som råstof til bioethanol

Foto: Teknologisk Institut



Teknologisk Institut vil gøre tangbaseret bioethanol attraktivt som fremtidens brændstof. I dag kan en bil køre på en blanding af tang-ethanol og benzin, og det er lykkedes at firdoble mængden af høstklar tangbiomasse ved at dyrke tang på begge sider af et tekstil på åbent hav.

Tangbaseret bioethanol har mange fordele, men det har været dyrt at anvende som et reelt alternativ til fossilt brændstof. Det EU-støttede projekt MacroFuels, som Teknologisk Institut har stået i spidsen for, har i de sidste tre år arbejdet på at gøre tangbenzin konkurrencedygtig ved at reducere omkostningerne og optimere processer. Det skriver Teknologisk Institut i en pressemeddelelse.

Tang er en af de få råvarer, der ikke lægger beslag på værdifuldt landbrugsareal, der ellers kunne være brugt til at dyrke fødevarer og foder. Samtidig kræver tang hverken vanding eller gødning, og det er en af de hurtigst voksende arter, som vokser udelukkende ved fotosyntesen.

– Tager man desuden i betragtning, at mere end halvdelen af tørstoffet i tang indeholder fermenterbare sukkerarter, der kan omdannes til bioethanol, har tang stort poten-

tiale til at blive fremtidens alternativ til fossil benzin, fortæller Anne-Belinda Bjerre, forretningsleder på Teknologisk Institut.

Store miljøgevinster

Målet med MacroFuels er at gøre tang konkurrencedygtigt, så det kan betale sig – både økonomisk og miljømæssigt – at erstatte fossilt brændstof med tang-ethanol.

– Vi har firdoblet mængden af høstklar tangbiomasse ved at dyrke tang på begge sider af et tekstil på åbent hav. Her bidrager tangen også til at minimere forurening fra fiskeopdræt og absorberer CO₂ fra atmosfæren. Derudover har vi optimeret metoderne til udvinding af sukkerpolymeren laminarin, som vi har vist, kan omsættes effektivt til bioethanol i litermål, siger Anne-Belinda Bjerre.

Det er tangs høje indhold af laminarin, som gør det til en attraktiv råvare til fremstilling af biobrændstoffer. Ved hjælp af enzymer opløses laminarinen på ganske få timer til glukose, der kan fermenteres til bioethanol og blandes i almindelig benzin.

Testet med succes

Tangbenzin lyder måske som noget, der ligger langt ude i fremtiden, men den første tank med tangethanol er allerede blevet testet som brændstof på Teknologisk Institut.

– Vi har blandet ti vægtprocent tang-ethanol i benzin og udført en “real driving emissions-test”, som går ud på at tage bilen med ud på en realistisk køretur på forskellige typer veje. Testen viser, at tangbenzinen performer helt på niveau med almindelig benzin, og vi ser ikke umiddelbart nogen udfordring ved at hæve mængden af tangbenzin i blandingen, siger Sten Frandsen, forretningsleder på Teknologisk Institut.

Vi er nået langt

EU har et mål om, at ti procent af unionens transportenergi skal komme fra vedvarende, grønne energikilder i 2050. Et af budene på fremtidssikret energi er biomasse, som i høj grad kan være med til at sænke EU's klimaaftryk.

– Vi er nået rigtig langt i MacroFuels-projektet og har haft succes med at opskalere produktionen og sænke omkostningerne. Vi er på rette vej, men der er behov for mere forskning – særligt til produktion af billigere tangråvarer og flere forsøg, hvor biprodukterne raffineres til videre anvendelse, før det økonomisk kan betale sig at udbrede tangbenzinen til alle transportindustrier, slutter Anne-Belinda Bjerre.

TS

Læs mere på macrofuels.eu.

EU's innovationsfond afsætter en milliard euro til grønne projekter i 2020

EU's innovationsfond åbner første ansøgningsrunde med 1 milliard euro til grønne projekter i 2020. Fondens fokus er på store grønne projekter inden for energiintensive industrier, vedvarende energi, energilagring og CCUS-projekter.

Den første ansøgningsrunde under EU's innovationsfond er netop lanceret med op til 1 milliard euro til grønne projekter i 2020.

Fonden yder støtter til demonstration af teknologier, der bidrager til at formindske drivhusgasudledninger i energi-krævende industrier eller via vedvarende energi, energilagring, CO₂-fangst og lagring (CCS) samt CO₂-fangst og brug (CCU). Støtten ydes i form af et tilskud på op til 60 procent af ekstra omkostningerne ved brug af den nye teknologi.

Fonden finansieres af provenuet fra salg af 450 millioner CO₂-kvoter fra EU's kvotehandelssystem. Kommissionen forventer, at der vil være omkring 10 milliarder euro til rådighed. Det præcise beløb vil afhænge af kvoteprisen.

Hvordan søger man?

På Kommissionens hjemmeside, [EU ETS Innovation Fund](#), findes detaljeret information om ansøgningsprocessen. Der er åbent for første fase i ansøgningsprocessen for store projekter frem til den 29. oktober 2020. Der søges via [EU Funding and Tenders portal](#).

EU's innovationsfond er et vigtigt instrument til at opfylde EU's forpligtelser i henhold til Paris aftalen og EU's målsætning om at blive klimaneutral inden 2050. EU-Kommissionen, bistået af INEA og EIB, forvalter fonden.

Fokus for første ansøgningsrunde er blandt andet vedvarende energi, energilagring og CCS- og CCU-projekter med en samlet investering på over 7,5 millioner euro. Projekterne vurderes ud fra fem udvælgelseskriterier:

- evne til at mindske drivhusgasemissioner
- graden af innovation
- projektets modenhed
- skalerbarhed
- omkostningseffektivitet.



Novo Nordisk Fonden afsætter 100 millioner kroner årligt til grønne projekter

Novo Nordisk Fonden afsætter 100 millioner kroner årligt til et nyt program inden for industriel bioteknologi og miljøbioteknologi. Programmet skal støtte op til 25 projekter årligt, som skal bidrage til at finde løsninger, der kan imødegå klimaforandringer.

Novo Nordisk Fonden udbygger sit engagement inden for den grønne omstilling med et program, der årligt skal støtte en række grundforskningsprojekter med strategisk sigte inden for industriel bioteknologi og miljøbioteknologi.

Ambitionen er at tilvejebringe ny viden, som skal føre til bæredygtige løsninger, der kan adressere de miljø- og klimamæssige udfordringer, der relaterer sig til industriel produktion, herunder produktionsorganismer, enzymer til carbon capture eller biologiske metoder til at udskille fosfor fra spildevand. Herudover skal forskningsmiljøerne på områderne styrkes.

Målgruppen er nordiske forskere, og udvælgelsen sker i åben konkurrence på baggrund af projekternes relevans og forskernes excellence.

Omdrejningspunktet for det nye program bliver en række projekter, der skal skabe ny viden om, hvordan biologiske systemer og processer kan anvendes i industrien og forbedre miljøet, herunder hvordan spildevand kan reduceres og behandles, og hvordan drivhusgasser kan reduceres eller helt undgås. Målet er øget bæredygtighed og reduceret miljøpåvirkningen fra industrien, som er en stor og voksende udfordring, der blandt flere initiativer kræver en omfattende forskningsindsats.

Forskere inviteres derfor til at indsende projekter, der adresserer disse udfordringer, hvorefter de deltager i åben konkurrence om forskningsmidlerne. Det forventes, at der vil blive uddelt cirka 25 bevillinger årligt.

Der vil løbene blive informeret om mulighederne for at søge midler på Novo Nordisk Fondens hjemmeside, hvor også emnerne, ansøgningerne skal kredse om, er uddybet.

Den første runde for ansøgninger til projektstøtte og postdoc-stipendier er åben og løber frem til den 27. august.

Læs mere om ordningerne [her](#) og [her](#).



Nyt fra IEA Hydrogen

I det seneste nyhedsbrev fra IEA Hydrogen er der fokus på den netop godkendte strategiplan, en afslutningsrapport om brintlagring og et nyt samarbejde om datagrundlaget for brintteknologier.

Alle IEA's teknologisamarbejder udarbejder planer for deres aktiviteter, som godkendes af IEAs videnskabelige komite CERT. I strategiplanen fastholder IEA Hydrogen sin kernevirk-somhed inden for:

- brintproduktion
- lagring
- infrastruktur
- sikkerhed.

En slutrapport om brintlagring – "Materials for hydrogen-based energy storage – past, recent progress and future outlook" – er publiceret i en særudgave af Journal of Alloys and Compounds.

Rapporten, som er den første del af Task 32-slutrapporten, dækker udviklingen af brintlagring i materialer, inklusive elektrokemiske og termiske opbevaringssystemer i de seneste seks år. Der gives en status for forskellige lagringsmetoder samt den aktuelle udviklingsstatus og fremtidsudsigterne. Den anden del af slutrapporten indeholder en to-siders status for hver af de cirka 30 delprojekter, som indgår i task 32.

Et nyt samarbejdsprojekt (Task 41) er netop igangsat, med det formål at forbedre datagrundlaget for brintteknologier. Projektet skal desuden medvirke med review af IEA's analyser og teknologistatusser.

I 2019 blev der åbnet 83 nye brinttankstationer, hvoraf de 36 er i Europa. Ved udgangen af 2019 var der i alt 432 brinttankstationer, hvoraf de 330 har offentlig adgang.

Den 1. juli overtog ARIEMA i Spanien IEA Hydrogens sekretariatet efter et udbud.

Kilde: www.dgc.dk.

Vidensbank om biogas

Biogas Danmark lancerer en ny vidensbank, der skal løfte den generelle viden om biogassens rolle i klimaindsatsen og den grønne omstilling af fødevarerproduktionen.

Biogas rummer et enormt potentiale for at bidrage til både klimaindsatsen og til at gøre vores fødevarerproduktion mere bæredygtig. Derfor lancerer Biogas Danmark nu en vidensbank, der skal gøre det lettere for alle at hente opdateret viden om biogas.

– Nu kan alle gå på biogas.dk og hente viden om, hvad biogas og biogasproduktion egentlig er – og få viden om, hvor meget biogas de danske biogasanlæg kan levere, og hvor biogassen kan bruges i den grønne omstilling, siger Henrik Høegh, formand for Biogas Danmark, i en pressemeddelelse

Vidensbanken omfatter en række artikler og faktaark med analyser og beregninger af det danske produktionspotentiale for biogas, biogassens potentiale for at reducere udledningen af drivhusgas og mulighederne for at gøre fødevarerproduktionen mere bæredygtig via biogasproduktion. Materialet er rigeligt forsynet med links og referencer til forskning og officielle rapporter, idet der findes et omfattende videns- og datagrundlag om biogas.

På biogas.dk kan man desuden finde nyheder, debatindlæg og arrangementer om biogas. Vil man holdes opdateret er det let at tilmelde sig et nyhedsbrev, der leverer både viden og anden aktualitet direkte i indbakken.



Arkivfoto: BioPress

Nyt fra IEA Bioenergy

I IEA Bioenergy Task 45, der har fokus på klimaforandringer og bæredygtighed, omtaler i sit seneste nyhedsbrev fire nye projekter, heraf flere med dansk deltagelse.

Synergies and trade-offs of sustainability implications of land use for bioenergy. Formålet med projektet er at analysere og kvantificere synergier og foretage afvejninger mellem forskellige former for arealanvendelse og produktion af bioenergi. Projektet vil indsamle erfaringer fra en række lokale studier og undersøgelser.

A Guide for the Confused – tools available for quantifying climate change effects of bioenergy. Projektet søger at skabe overblik over forskellige metoder til at måle klimaeffekten af bioenergi og deres muligheder og begrænsninger.

Guidance on approaches to sustainability compliance and verification for forest biomass. Dette projekt søger at skabe overblik over forskellige landes og virksomheders tilgange til og erfaring med dokumentation og verifikation af bæredygtighed af bioenergi. De danske erfaringer med brancheaftalen bliver et vigtigt input til projektet.

BECCS-projektet skal undersøge bioenergiens rolle og muligheder for sammen med kulstoflagring i undergrunden (CCS) at bidrage til at reducere udledningen af drivhusgasser og forhåbentlig permanent at trække CO₂ ud af atmosfæren.

For alle projekter gælder, at de er i opstartsfasen. Resultater og publikationer fra projekterne vil blive omtalt i de kommende nyhedsbreve, der kan rekvireres ved henvendelse til Niclas Scott Bentsen, nb@ign.ku.dk.

Gasnettet kan håndtere op til 15 procent brint – næste mål er 25 procent

Et netop afsluttet EUDP-projekt viser, at der kan blandes op til 15 procent brint i naturgasnettet. Nye forsøg skal vise, om andelen af brint kan hæves til 25 procent.

Gassystemet har potentiale til at aftage, lagre og distribuere store mængder energi fra sol og vind, hvis elproduktionen bliver konverteret til brint gennem elektrolyse. Det viser en række test, som Dansk Gasteknisk Center (DGC) netop har afsluttet. Testene blev udført i en afgrænset del af gassystemet bestående af en M/R-station fra transmissionsnettet, en M/R-station fra distributionsnettet, en kompressor samt nogle mindre rørstrækninger mellem M/R-stationerne.

Ved hjælp af kompressoren blev gasblandingen cirkuleret i det afgrænsede gasnet, og der blev udført test med tilsætning af op til cirka 15 procent brint ved et ledningstryk på op til 80 bar.

Resultaterne viser, at der ikke forekommer forhøjet lækage af brint fra systemet i forhold til naturgas. Desuden viser forsøget, at de testede komponenter fra gassystemet uden større justeringer er i stand til at håndtere naturgas tilsat op til cirka 15 procent brint. Endelig er der i projektet opnået detaljeret viden om, hvordan lange standby-perioder kan påvirke et elektrolyseanlæg.

Projektet er støttet af EUDP, og det er gennemført af Energinet, Evida, DGC og IRD Fuel Cells.

Energinet, Evida og DGC fortsætter projektet i en fase 2, hvor målsætningen er at teste brintkoncentrationer på op til 25 procent.

Læs mere på www.dgc.dk.

Rapporten "Brint på gasnettet" kan hentes [her](#).

Tysk brintprojekt med Ørsted som deltager modtager massiv støtte

Danske Ørsted er med i et tysk brintprojekt, hvor der skal bygges et 30 MW stort elektrolyseanlæg. Næste fase bliver et anlæg med en effekt på 700 MW.

Det er projektet Westküste 100, som for nylig modtog et tilsagn om 30 millioner euro i støttet fra det tyske Ministerium for Økonomi og Energi. Bag projektet står et konsortium med ti partnere, herunder danske Ørsted.

Westküste 100 har et samlet budget på 89 millioner euro og skal blandt andet stå bag opførelsen af et 30 MW stort elektrolyseanlæg i Heide i Nordtyskland. Her vil man også teste, hvordan brint kan transporteres gennem rørledninger, ligesom man vil undersøge mulighederne for at etablere et elektrolyseanlæg med en effekt på 700 MW.

– Projektet er unikt, fordi det bruger havvind til produktionen af brint i stor skala. Kun havvind kan levere sådan en pålidelig, vedvarende kilde til grøn strøm til brug i elektrolyseprocessen. Dette kræver, at udbygningen af vedvarende energikilder og havvind er balanceret op imod den stigende efterspørgsel efter brintproduktion. Vi mener, at vedvarende brint bliver en hjørnesten i at nedbringe CO₂-udledningen fra industrisektorer, siger Volker Malmen, landechef for Ørsted i Tyskland.

Læs mere på orsted.com.



Foto: Ørsted

Mere biobrændstof af samme mængde biomasse

Det er muligt at fremstille meget mere biobrændstof af samme mængde biomasse ved at kombinere elektrolyse med biomasseforgasning.

I projektet Synfuel er det lykkedes forskerne at kombinere to kendte teknologier, så der kan produceres mere biobrændstof af samme mængde biomasse. I projektet, der var ledet af DTU, er det kombinationen af termisk forgasning af biomasse og elektrolyse, der bliver udnyttet til fremstilling af biobrændstof.

Til elektrolysen anvendes en keramisk elektrolysecelle (SOEC), som DTU har udviklet i samarbejde med Haldor Topsøe. I en SOEC bruges el fra for eksempel vindmøller til at spalte vand i dets to bestanddele, ilt og brint. Iltten kan udnyttes i en termisk forgasningsproces, hvor biomasse nedbrydes gennem kraftig opvarmning. Herved dannes syntesegas; en blanding af primært brint, kuldiioxid og kulilte. Gasblandingen kan bruges til fremstilling af metanol, når man tilsætter den brint, som blev fremstillet ved elektrolysen. Metanol kan anvendes direkte som brændstof eller opgraderes til mere velkendte brændstoffer, som anvendes på skibe og fly.

– I Synfuel har vi forbedret de to i teknologier på flere områder, og vi har demonstreret, at vi kan opnå højere udnyttelsesgrader ved at kombinere de to teknologier, end når de kører enkeltstående. Vi får meget mere biobrændstof ud af biomasseressourcerne og kan samtidig nyttiggøre "overskydende" strøm fra for eksempel vindmøller til tung transport, siger Peter Vang Henriksen, professor ved DTU Energi og projektleder for Synfuel.

Læs mere på www.dtu.dk.

Grøn ammoniak er det bedste bud på et CO₂-neutralt brændstof til skibe



Foto: Haldor Topsoe

Grøn ammoniak er et af de bedste bud på et klimavenligt brændstof til skibsfarten. Om få år kan industrien være parat til at levere ammoniakmotorer, og ammoniak handles overalt i verden, så rederne kan starte med sort ammoniak og senere skifte over til den grønne udgave.

I dag forbinder de fleste ammoniak (NH₃) med fremstilling af kunstgødning, men ammoniak kan også bruges som brændstof. Stort set alt ammoniak bliver i dag produceret på basis af fossile brændstoffer, primært naturgas, men i princippet er der intet til hinder for at fremstille ammoniak ud fra grøn brint (H) og kvælstof (N) fra luften.

I en netop offentliggjort rapport konkluderer Haldor Topsoe og en række partnere, at der er gode muligheder for at reducere klimabelastningen fra skibsfarten markant ved at bruge grøn ammoniak som brænd-

stof. Industrien kan fra 2024 levere ammoniakmotorer, ammoniak handles overalt i verden og i takt med de faldende priser på grøn strøm vil klimavenlig ammoniak inden for en overskuelig årrække blive konkurrencedygtigt med traditionelt skibsbrændstof.

I dag beskæftiger omkring 120 havne sig med import og eksport af ammoniak, så mange steder vil skibene allerede i dag kunne bunkre ammoniak som brændstof. I starten vil det være sort ammoniak til priser, der matcher andre typer skibsbrændstof, men i takt med at udbuddet af grøn ammoniak stiger, vil flere få mulighed for at få klimavenligt ammoniak om bord.

Ud over sort ammoniak og grøn ammoniak, der er fremstillet på basis af henholdsvis fossile brændstoffer og grøn strøm, findes der blå ammoniak. Her er udgangspunktet naturgas, men ved konverteringen til ammoniak opsamles CO₂-udslippet, så klimabelast-

ningen reduceres. Det er samme princip, som anvendes, når naturgas konverteres til blå brint.

Ammoniak er giftigt, så det skal håndteres med forsigtighed. I dag bliver der på årsbasis håndteret og transporteret omkring 17,5 millioner tons ammoniak med skib, lastbil og tog, så der findes en lang række forskrifter for, hvordan ammoniak kan håndteres på forsvarlig vis.

I dag produceres der 180 millioner tons ammoniak om året, men der er en overkapacitet på omkring 60 millioner tons. Hvis 30 procent af brændstofforbruget til skibsfarten skal dækkes med ammoniak, vil det kræve, at produktionskapaciteten udvides med 150 millioner tons om året.

TS

Rapporten "Ammonfuel – an industrial view of ammonia as a marine fuel" er udarbejdet af Haldor Topsoe, Alfa Laval, Hafnia, Vestas og Siemens Gamesa. Den kan downloades [her](#).