

Klimakrisen og et nyt energisystem

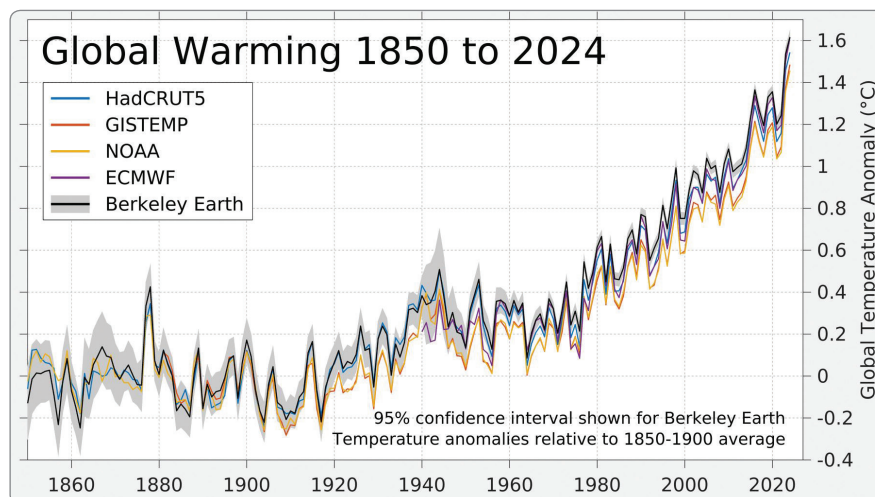
HENRIK STIESDAL, hst@stiesdal.com

Klimakrisen er en af de største udfordringer, menneskeheden nogensinde har stået overfor. Den globale opvarmning, der er drevet af stigende koncentration af drivhusgasser som CO₂ og metan i atmosfæren, forårsager markante ændringer i vores planets økosystemer. Temperaturstigningerne fører til smeltning af iskapper, stigende havniveauer og ekstreme vejrforhold som hedeølger, skybrud, tørke og kraftige storme. Disse fænomener har alvorlige konsekvenser for biodiversitet, fødevareproduktion og menneskers levevilkår.

For menneskeheden vil det ekstreme vejr føre til enorme sociale og økonomiske problemer. Hundreder af millioner af mennesker risikerer at blive klimaflygtninge, og det kan føre til stærkt forøget pres på allerede sårbare samfund. Samtidig påvirker klimaforandringer sundheden mange steder gennem spredning af sygdomme, mangel på rent drikkevand og fødevareusikkerhed.

Problemets omfang fremgår med al tydelighed af målingerne af den globale temperaturstigning. En række videnskabelige institutioner udfører med hver deres metoder analyser af måleresultaterne fra mange forskellige kilder. Resultaterne stemmer ikke altid 100 % overens, men tendensen er fælles og klar, som det ses i Figur 1.

2024 var det første kalenderår, hvor temperaturstigningen på globalt niveau oversteg 1,5 °C. I Parisaftalen fra 2015 var det et mål, at vi "helst ikke" skulle over dette niveau. Rekorden fra 2024 betyder dog ikke, at selve 1,5 °C-målet nu er overskredet, for målsætningen henviser til et langsigtet gennemsnit. Men ingen kan på baggrund af målingerne være i tvivl om, at vi vil krydse 1,5 °C-grænsen som middelværdi i løbet af få år, og at også det langt vigtigere mål om en maksimal temperaturstigning på 2,0 °C står for fald. Vi har kurs med en temperaturstigning på op mod 3,0 °C i dette århundrede, måske endda endnu højere.



Figur 1
Den globale temperaturstigning relativt til gennemsnittet i perioden 1850 – 1900.
Kilde: Berkeley Lab.

I disse år er gradienten på temperaturstigningen over 0,3 °C pr. dekade. Det lover ikke godt.

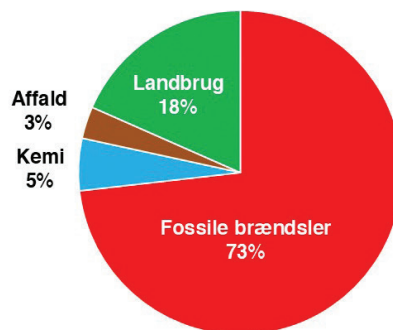
Klimaforandringerne er menneskeskabte. Der har indimellem været fremsat teorier om, at naturlige fænomener som solpletter og andet har ligget til grund for temperaturstigningerne, men FN's klimapanel, IPCC, har for længst fremlagt det videnskabelige grundlag for at fastslå, at det er menneskelige aktiviteter og de tilhørende udledninger af drivhusgasser, der er årsagen til den globale opvarmning.

Man kan angive fordelingen af kilderne til udledningerne af drivhusgasser for forskellige sektorer i samfundet og med va-

rierende detaljeringsgrad. Figur 2 herunder viser den overordnede fordeling uden nærmere detaljer, da de egentlig ikke er så vigtige i denne sammenhæng.

Som det ses, udgør udledningerne fra afbrænding af fossile brændsler næsten tre fjerdedele af de samlede udledninger.

Det vigtigste tiltag, vi kan gøre for at forebygge, at klimaforandringerne bliver helt uoverskuelige, er derfor at holde op med at afbrænde fossile brændsler. I en overgangsperiode er det muligt, at man på stationære anlæg som fx kraftværker i et vist omfang kan fortsætte med at afbrænde fossile brændsler, hvis der monteres et anlæg til fangst og lagring af

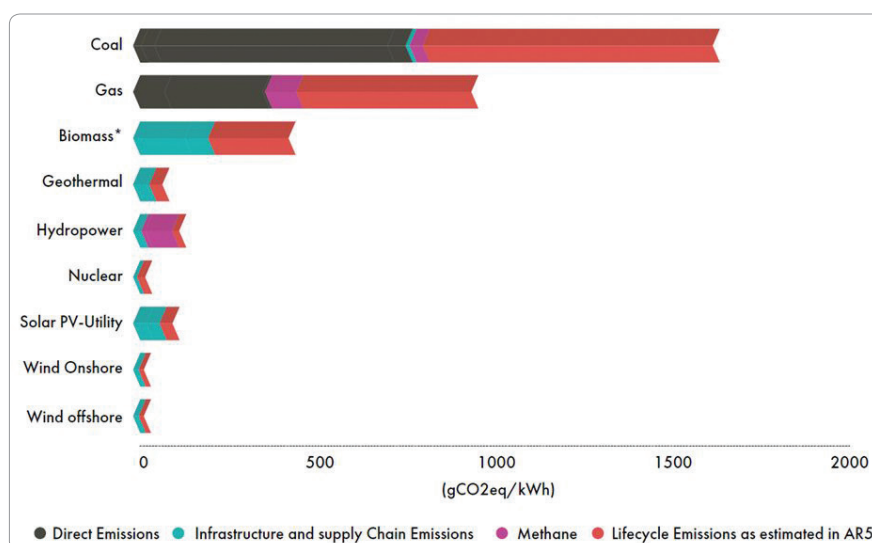


Figur 2
Fordeling af kilderne til udledning af drivhusgasser.
Kilder: Statistia, IEA, IPCC.

CO₂ i røggassen, men det er næppe nogen langsigtet løsning. Dels fanger den slags anlæg ikke al CO₂, dels er økonomien i fangst og lagring ugunstig sammenlignet med økonomien ved anvendelse af vedvarende energi.

Verdenssamfundet holdes i drift af uhyrlige mængder af energi. Det årlige globale energiforbrug er for tiden ca 180.000 TWh, hvoraf ca 27.000 TWh er i form af elektricitet. Til sammenligning er det årlige danske elforbrug ca. 35 TWh. Størsteparten af energisystemerne og transporten drives på globalt niveau stadig af fossile brændsler, og det samme gælder industrien. Det bliver en opgave af gigantiske proportioner at få udfaset de fossile brændsler og kommer over på vedvarende energi.

I overvejelserne om en sådan overgang til vedvarende energi må det spørgsmål naturligt opstå, om vedvarende energi egentlig er bedre for klimaet. Som gammel vindmøllemand oplevede jeg ofte i industriens tidlige år at blive stillet overfor den påstand, at en vindmølle jo slet ikke i sin levetid ville kunne nå at producere den energi, der var medgået til at fremstille den. Det var ren tågesnak. En moderne vindmølle har typisk betalt sig tilbage rent energimæssigt i løbet af 3–6 måneder. Men det rækker ikke ved, at spørgsmålet om klimavirkningen fra forskellige teknologier er relevant nok.



Figur 3
CO₂ udledningen pr. kWh produceret elektricitet fra forskellige teknologier.
Kilde: GWEC.

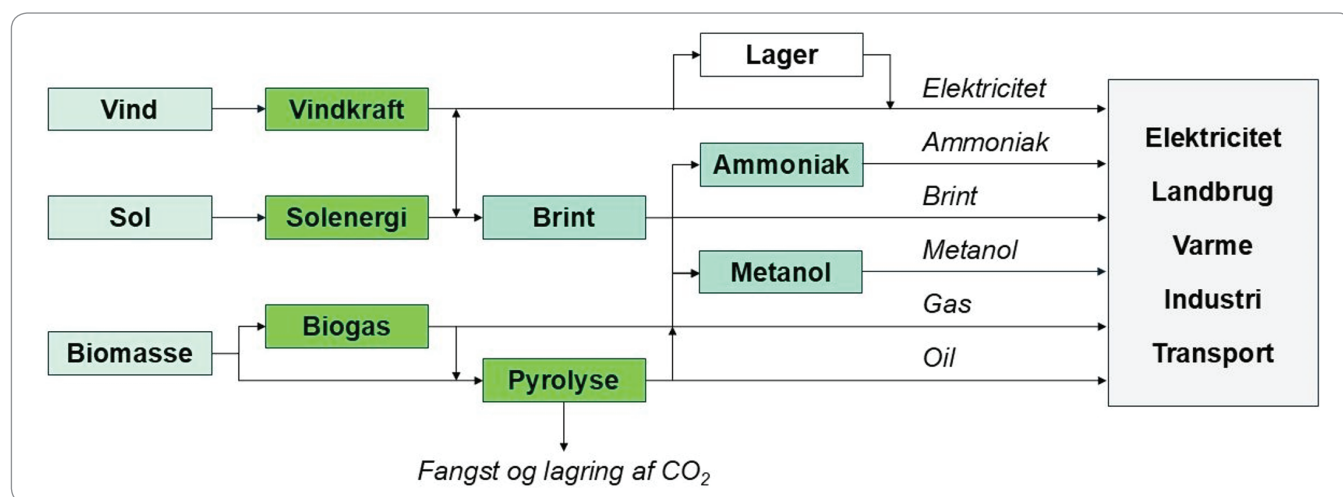
Heldigvis er der ingen som helst tvivl om, at brugen af vedvarende energikilder er langt bedre for klimaet end fossile brændsler.

Figur 3 viser udledningerne fra elproduktion med forskellige energikilder. Tallene taler for sig selv – kulkraft udleder over 1500 g CO₂ pr. kWh, gaskraft 1000 g, mens vedvarende energi udleder 10–100 g. On- og offshore vind ligger med udledninger på 10–15 g CO₂ pr. kWh lavest af alle energikilder.

Hvordan kan man så udforme et energisystem baseret alene på vedvarende energikilder, som kan anvendes overalt i verden?

Det viser sig, at det faktisk kan gøres ret enkelt. Hvad vigtigere er, så behøver vi ikke at udvikle nye teknologier. Vi har alt, hvad vi behøver.

Figur 4 viser grundtrækkene i et nyt energisystem, der kan levere alt, hvad et moderne samfund behøver, uden at det forudsætter afbrænding af fossile brændsler.



Figur 4
Et nyt energisystem baseret på vedvarende energikilder.

Systemet er baseret på tre grundlæggende ressourcer, vind, sol og biomasse. Den primære konvertering af vind og sol til elektricitet sker med vindkraft og solenergi, og konvertering af biomasse til brugbare energiformer sker med biogas og pyrolyse.

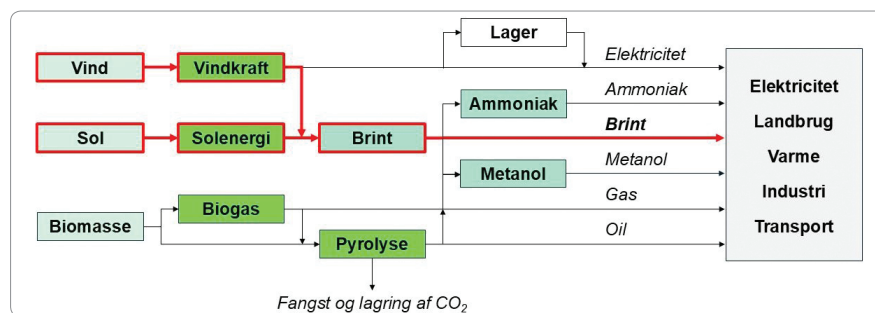
Når pyrolyse i diagrammet er anbragt lidt efter de andre primære konverteringsteknologier, skyldes det, at pyrolyse ikke alene kan anvende den primære ressource, biomassen, men også restprodukter fra biogas.

Der er tre sekundære teknologier til konvertering af produkterne fra den primære konvertering, nemlig brint, ammoniak og metanol. Her er det brint, som i diagrammet står før de to andre sekundære teknologier. Årsagen er naturligvis, at der i både ammoniaksyntese og metanolsyntese indgår brint.

Endelig har systemet teknologier til lagring af elektricitet. Lagring kan udføres med elektrokemiske processer, altså i batterier, og det kan også gøres med rent kemiske processer, hvor overskudsstrøm konverteres til brint eller ammoniak og regenereres til elektricitet ved forbrænding i en drivmaskine, som er forbundet til en generator. Det kan være i damp- eller gasturbiner, i dieselmotorer, eller i fremtiden måske i brændselsceller.

Det nye energisystem har i alt otte moduler, fordelt på de fire primære konverteringsteknologier, de tre sekundære konverteringsteknologier, og lagringsteknologierne under ét. Mere behøver vi ikke.

Et nyt energisystem som det beskrevne bør drives efter et hierarkisk rationale. Øverst i hierarkiet har vi elektricitet. Der gælder den fundamentale regel, at alt, hvad der kan elektrificeres, skal elektrificeres. Elektrificering er den simpleste, mest effektive og billigste måde at bruge vedvarende energi på. Vi skal over på elektrisk transport, hvor det er muligt, vi skal i størst muligt omfang have industrien over på el, varme skal i det omfang, det ikke leveres i form af spildvarme fra industrielle processer, producers med varmepumper eller elpatroner, osv.



Figur 5
Anvendelse af grøn strøm til produktion af brint.

Forståelsen af, i hvilket omfang energiforbruget kan elektrificeres, har flyttet sig gennem de sidste årtier. Det er ikke så længe siden, at batteridrevet lastbiltransport forekom helt umuligt. Med batteridrevne lastbiler kunne man ikke fragte andet end lastbilens egne batterier, osv. Men sådan er det ikke gået. Nu tyder alt på, at lastbiler rent faktisk med tiden vil blive eldrevne, og det, der ellers lignede løsningen, nemlig brintdrevne lastbiler, er pludselig ikke længere så sandsynligt.

Danmark halter endnu bag en del lande med hensyn til elektrificering. Rundt regnet udgør elektricitet 20 % af vores bruttoenergiforbrug. Denne andel er kun steget nogle få procent siden 1990. Det er gået noget bedre i resten af EU og i USA, som nu ligger et par procent højere. Den virkelige leder på feltet er Kina. Her var elektrificeringsgraden i 1990 kun 6 %, men siden er den steget rask, og nu er den helt oppe på 27 %. Den vigtigste årsag til den positive udvikling er, at den kinesiske industri for en stor del nu er omstillet til ren eldrift.

Det kan forekomme paradoksalt, at vi i Danmark halter bagefter med hensyn til elektrificering, når nu vi har verdens højeste andel af sol og vind i elproduktionen. Vi får over 60 % af vores el fra disse kilder. En af forklaringerne kan være, at vi har satset meget på anvendelse af importeret biomasse i fjernvarmesektoren. Vi skal helst ophøre med at afbrænde grønt kulstof til produktion af varme, det er råvarerne reelt for værdifulde til.

Selvom den foretrukne energiform er elektricitet, er der stadig store dele af

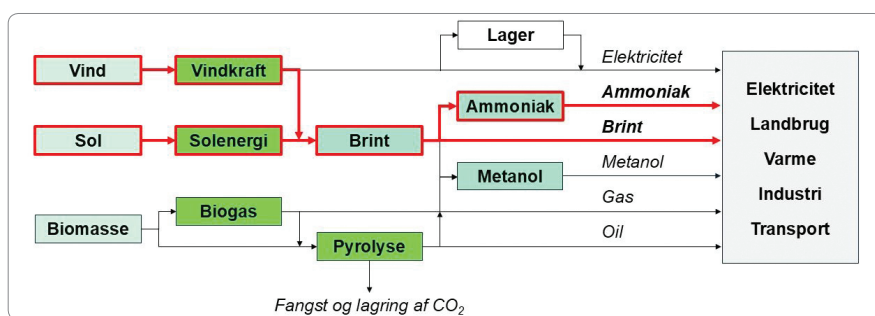
samfundet, som ikke umiddelbart kan elektrificeres. Det gælder navnlig dele af transportsektoren, højtemperaturprocesser i industrien m.v. Her må vi så ty til andre midler.

Figur 5 viser næste skridt i hierarkiet: konvertering af el fra vedvarende energikilder til grøn brint.

Hvis man skal gå fra grøn strøm til andre produkter end el og varme, er der kun én vej: Produktion af brint ved elektrolyse. Brint er ganske enkelt den eneste vektor fra grøn strøm til andre produkter.

Grøn brint kan erstatte fossile brændsler i industriprocesser, som ikke umiddelbart kan elektrificeres. Det gælder navnlig processer, hvor temperaturerne overstiger 1000 °C. Det er nemlig forbavsende svært at få elektriske varmelegemer til at holde i længden ved højere temperaturer. Man kan godt snyde lidt ved at producere induktionsvarme, men i praksis kan høje temperaturer kun opnås med brændstoffer.

I transportsektoren er det særlig skibe og fly, der i det store og hele ikke kan elektrificeres. Man kan godt lave elfærger til korte afstande, og der findes allerede mindre eldrevne fly, men intet tyder på, at større skibe og fly til langdistanceruter vil kunne elektrificeres. Energitætheden af batterier er ganske enkelt for lille. De bedste batterier har en energitæthed på op til 0,3 kWh/kg, mens flydende brændstoffer har energitætheder på 10–12 kWh/kg. Selv når man medregner de højere tab i en forbrændingsmotor sammenlignet med en elmotor, er batterier 15–20 gange tungere pr. effektiv energi.



Figur 6
Konvertering af grøn brint til ammoniak.

Her kommer vi til brint, næppe som selve brændstoffet, men som forgænger til brugbare brændstoffer. Når brint ikke umiddelbart er egnet som brændstof til fly og skibe, er det, fordi brint på mange måder er en temmelig besværlig gas, farlig og u håndterlig.

Ved antændelse af en brændbar gasblanding sker der normalt det, at forbrændingen trænger frem gennem gasblandingen som en flammefront, hvor trykket og temperaturen gradvist stiger. Flammefrontens hastighed er typisk meget lavere end lydens hastighed.

Ved antændelse af en brændbar blanding af brint og ilt kan man derimod komme ud for, at forbrændingen sker som en detonation, ligesom det er tilfældet i et egentligt sprængstof. Detonation sker ekstremt hurtigt, og reaktionsfronten bevæger sig som en chokbølge med en hastighed på 3–4000 m/s. Resultatet er som regel, at den ukontrollerede og meget hurtige frigivelse af energi forårsager meget større ødelæggelser, end det ville have været tilfældet ved en normal forbrænding.

Dertil kommer, at brint kan antændes i luft i et meget bredere blandingsforhold end for de fleste andre brændbare gasser. Mens flaskegas kan antændes i et blandingsforhold på 2–10 %, kan brint antændes i et blandingsforhold på 4–75 %.

På denne baggrund skal der udvises meget stor forsigtighed ved håndtering af brint, og elektrolyseanlæg er omfattet af skærpede sikkerhedskrav.

Derudover bliver transport og opbevaring af brint besværliggjort af, at brint ik-

ke kan fortættes alene ved kompression. Det kan ellers alle andre gasser ud over helium. Kun ved temperaturer under det kritiske punkt, $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$, 33 K, kan brint bringes på flydende form. Det er temmelig energikrævende at opnå sådanne temperaturer, og det er derfor indtil videre kun i specielle tilfælde, at transport af brint i flydende form er økonomisk rentabelt. Selvom der findes lastbiltrailere til transport af komprimeret brint, er rørledninger den eneste praktiske løsning til transport af brint over længere afstande.

Hvor man ikke har rørledninger til rådighed, vil det ofte være fordelagtigt at bruge den grønne brint til produktion af ammoniak.

I modsætning til brint lader ammoniak sig velvilligt kondensere, endda ved ret lavt tryk, 6 bar ved standardbetingelserne, $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

For brint er brændværdien 120 MJ/kg . Ved det normale tryk under transport i en rørtailer, 350 bar, er massefylden 23 kg/m^3 . Energitætheden er dermed 2750 MJ/m^3 . For ammoniak er brændværdien $18,6\text{ MJ/kg}$. Ved standardbetingelserne er massefylden 615 kg/m^3 . Energitætheden er dermed 11.500 MJ/m^3 , altså fire gange højere end for brint, og det endda ved et tryk, der kun er 2–3 % af trykket i rørtaileren.

Det er derfor meget billigere at transportere brint efter konvertering til ammoniak. Hver dag transporteres hundredtusinder af tons ammoniak på landevej med tog eller med skib.

Der er naturligvis tab ved konvertering af brint til ammoniak, primært i selve syn-

teseprocessen, som er eksoterm, men også i Haber–Bosch–processens supportsystemer, herunder kompression, køling til kondensering af den producerede ammoniak m.v. I det store spil er disse tab dog af mindre betydning, så længe strømmen er tilpas billig.

Det er muligt at gendanne brint fra ammoniak ved såkaldt cracking. Der er også tab ved cracking, faktisk højere end ved selve synteseprocessen, men ved at udføre crackingen på steder, hvor man har brug for spildvarmen, vil ammoniak i mange tilfælde være en bekvem måde at transportere brint på.

Ammoniak er ikke kun en brintbærer, det har også mange andre anvendelser. Det er grundlaget for al kunstgødning, flydende og fast, og det er også et udmærket brændstof, som mange mener bliver fremtidens skibsbrændstof.

Som brændstof har ammoniak den meget store fordel, at det ikke indeholder kulstof. Grønt kulstof ender nemlig med at blive en mangelvare, og derfor vil prisdannelsen på brændstoffer, som indeholder grønt kulstof, være afhængig af konjunkturer og markedsmekanismer på samme måde, som det er tilfældet med råolie. Her er forholdet helt anderledes for ammoniak. Når først man har bygget sin vindmøllepark eller sin solfarm og det tilhørende ammoniak anlæg, ligger prisen fast de næste 25 år. Man får dermed en langt større forudsigelighed i energiomkostningerne, end det nogensinde ville være muligt for brændstoffer baseret på grønt kulstof.

Det er muligt at forbrænde ammoniak i en dieselmotor. Antændelse i arbejds slaget kræver dog som regel indsprøjtning af en mindre mængde olie, og man kalder derfor motorer til ammoniak for ”dual fuel” motorer.

Ammoniak er en giftig gas, og det er en ulempe ved anvendelse som skibsbrændstof. På skibene løser man problemet ved at udføre brændstofsyste met med dobbeltrør, hvor selve brændstofføret er omgivet af et ydre rør. Man sætter så vakuum på yderrøret og placerer en ammoniaks-

niffer på afgang fra vakuumpumpen. Hvis snifferen detekterer en stigning af ammoniakkoncentrationen, ved man, at en lækage er under udvikling, og så kan man reparere under de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger.

Problemet er større ved de havneanlæg, hvor skibene skal have brændstof påfyldt, de såkaldte bunkeranlæg. Her vil der skulle oplagres store mængder ammoniak, og det kræver betydelige sikkerhedsforanstaltninger. Der er endnu ikke enighed om, hvordan disse anlæg skal udføres.

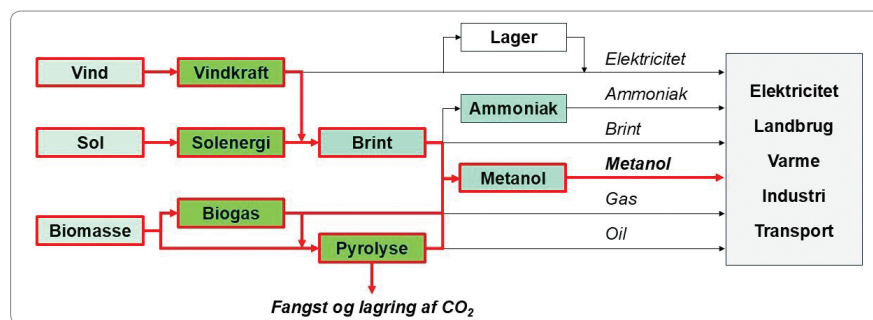
For at komme om ved denne udfordring har adskillige rederier derfor besluttet at satse på metanol som fremtidens skibsbrændstof.

Metanol kan som vist på figur 7 syntetiseres på baggrund af en kombination af grøn brint og kulstof.

Som det ses på figuren, tilføres det grønne kulstof til metanolsyntesen enten i form af CO_2 fra biogas eller i form af pyrolysegas.

Ved produktion af biogas fra landbrugsaffald, restafgrøder, industriaffald m.v. omdannes ca. 60 % af kulstofindholdet i råvarerne til metan, mens resten bliver til CO_2 . Man kan ikke sende CO_2 -andelen ud på naturgasnettet, og biogassen bliver derfor rensat for CO_2 før levering.

Oprensning af biogas sker normalt i en såkaldt aminscrubber, hvor biogassen ledes gennem en vandig opløsning af aminer som monoethanolamin, diethanolamin eller methyldiethanolamin. Biogassens indhold af CO_2 reagerer kemisk med aminerne, mens metanen forbliver på gasform. I praksis udføres oprensningen med to kolonner, som man skifter imellem. Mens der sker absorption i den ene kolonne, uddrives CO_2 -indholdet fra den anden kolonne ved opvarmning. Når aminen i absorptionskolonnen er ved at være mættet, er aminen i den anden kolonne regenereret, og så bytter de to kolonner rolle.



Figur 7
Konvertering af grøn brint og grønt kulstof til metanol.

Ved kompression til ca. 50 bar kan CO_2 bringes på flydende form, og så er det let at transportere til metanolanlægget.

Den anden metode til at få grønt kulstof til syntese af metanol er pyrolyse. Pyrolyse er betegnelsen for en proces, hvor organisk materiale bliver omdannet ved opvarmning til en høj temperatur, uden at der er ilt til stede.

Tørt plantemateriale indeholder typisk ca. 50 % kulstof, som planterne har hentet fra atmosfæren i form af CO_2 .

Ved pyrolyse af restprodukter og affald fra land- og skovbrug bliver biomassen opvarmet til en temperatur på ca. 600 °C. Her bliver halvdelen af kulstoffet i affaldet omdannet til biokul, mens den anden halvdel bliver til gas.

Biokul er et biologisk og kemisk stabilt materiale, og den andel af kulstoffet, der omdannes til biokul ved pyrolyse, er dermed effektivt fjernet fra atmosfæren. Det forudsætter naturligvis, at biokullet ikke bliver brændt af, men bliver lagret. Lagring af biokul fra landbruget kan ske ved udbringning på landbrugsjord.

Ud over at lagre CO_2 kan biokul udbragt på landbrugsjord også reducere lattergasemissioner og i beskedent omfang måske også metanemissioner fra jorden.

Den halvdel af kulstoffet, der ikke bliver til biokul, kommer ud af pyrolyseprocessen som en kompleks gasblanding, der indeholder alt fra brint og kulilte til meget lange kulbrinter. Her vil det ofte være en fordel at udkondensere de læn-

gere kulbrinter ved afkøling for derpå at cracke den magre gas ved ca. 1000 °C. Resultatet er en såkaldt syntesegas eller syngas, der består af små molekyler som brint, kulilte, metan m.v. Syngas egner sig, som navnet indikerer, til en lang række forskellige synteseprocesser, herunder metanol, syntetisk benzin, m.v.

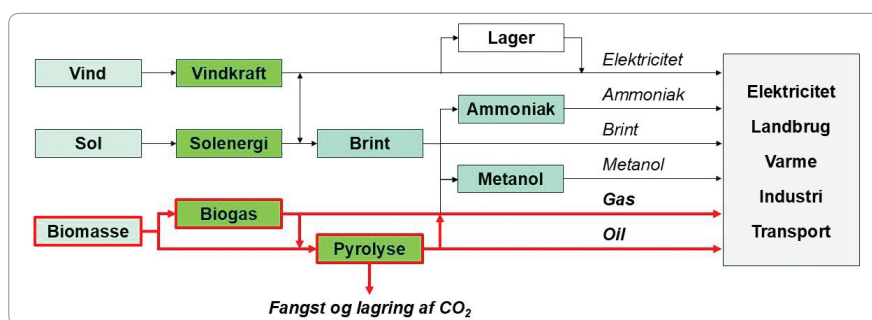
Kondensatet fra afkølingen af pyrolysegasen er en tyk bioolie. Den kan anvendes direkte som brændstof i dieselmotorer, som tændolie til motorer drevet af ammoniak eller metanol, eller som råvare til produktion af mere avancerede brændstoffer på raffinaderier.

Ved anvendelse af pyrolyse til produktion af grønt kulstof får man den sidegevinst, at CO_2 indfanget fra atmosfæren bliver lagret på en næsten fuldstændig bestandig form. Metanol fremstillet med udgangspunkt i pyrolysegas er dermed ikke kun kulstofneutralt, men kulstofnegativt.

Den producerede metanol kan ikke alene anvendes som skibsbrændstof. Det er også en vigtig råvare ved fremstilling af polymere, ikke mindst plastmaterialer. Mange af de plastmaterialer, som vi omgiver os med til daglig, herunder legoklodser, har startet deres liv som metanol.

Metanolsyntesen har et relativt stort energitab, op mod 30 %, og hvor det er muligt, ville det således ofte være mere energieffektivt at bruge gas og olie direkte fra biogasanlæg og biogas og pyrolyseanlæg.

Biogas kan uden videre gå ind som substitut for naturgas. Det er de samme mole-



Figur 8
Direkte anvendelse af biogas og pyrolysegas.

kyler, metan, og selvom naturgassen indimellem kan indeholde rester af højere kulbrinter, er der i praksis ingen forskel.

Pyrolysegas kan ikke på samme måde anvendes i naturgasnettet, fordi denne gastype indeholder kulilte, der er meget giftigt. Pyrolysegassen svarer i virkeligheden til det, man før i tiden kaldte bygas. På gasværkerne i de større byer blev der fremstillet gas ved pyrolyse af stenkul. Restproduktet var koks, og i virkeligheden er "biokoks" den rigtige betegnelse for biokul. Der er blot ikke så mundret at udtale.

Pyrolysegassen kan til gengæld, som beskrevet ovenfor, bruges i synteseprocesser, og pyrolyseolien kan udfylde mange af de roller, som råolie har i øjeblikket.

Sammenfattende kan vi altså definere et nyt energisystem, der kan levere alt, hvad et moderne samfund behøver, uden at det forudsætter afbrænding af fossile brændsler. Og vi behøver ikke at udvikle nye teknologier. Vi har alt, hvad vi behøver.

Når jeg forklarer om det nye energisystem i forskellige sammenhænge, får jeg som regel to spørgsmål: Hvad med bølgekraft, geotermi og andre vedvarende energikilder? Og hvad med atomkraft?

Her gælder det først og fremmest, at det nye energisystem er, hvad der efter min vurdering er nødvendigt og tilstrækkeligt (som det hed i min gymnasietid, når man gennemførte et matematisk bevis). Ingen af de omtalte teknologier kan undværes, og man behøver ikke flere – men det betyder ikke, at mængden af de ot-

te teknologier er eksklusiv. Der kan fint tilføjes yderligere.

Hvad angår det mere konkrete om andre vedvarende energikilder end sol og vind, så har kun vandkraft potentiale til at spille nogen væsentlig rolle på globalt plan. Nogle få lande, herunder Island og New Zealand, har særlig gunstige betingelser for geotermi, men ellers er alle andre vedvarende energikilder reelt kun "støj" i det store billede. Vores fremtid ligger i acceleration af udbredelsen af sol og vind.

Endelig har vi atomkraften. Engang meget kontroversiel, nu mere acceptabel i den brede befolkning her i Danmark, men stadig kontroversiel i mange andre lande. Hele overordnet mener jeg, at truslen fra klimaforandringerne er så stor, at vi ikke kan tillade os på forhånd at forkaste mulige løsninger. Atomkraft må derfor være med i kataloget af teknologier.

Når atomkraft ikke som udgangspunkt optræder i det nye energisystem, så skyldes det, at det kniber gevaldigt med ti-

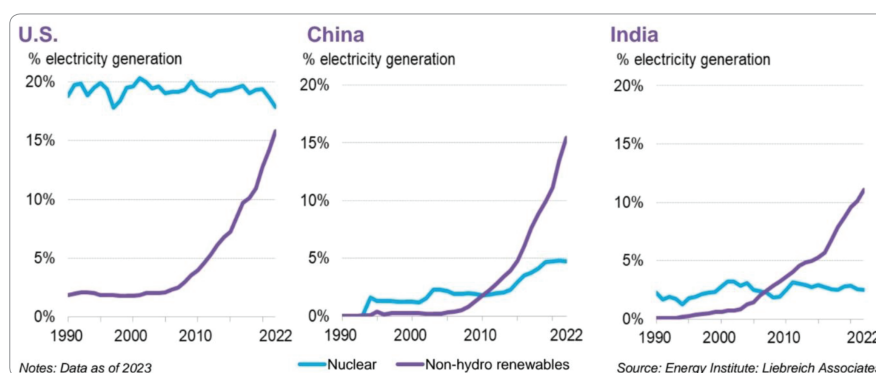
den i forhold til at få bremset den globale opvarmning, inden vi kommer for langt forbi diverse "tipping points". Med en temperaturstigning på over 0,3 °C pr. dekade har vi rigtig, rigtig travlt. Og der er desværre ikke noget, som tyder på, at atomkraft kan rampes op hurtigt nok til, at det for alvor kan bidrage til at bremse klimaforandringerne i tide.

Figur 9 viser udviklingen for udvalgte lande inden for atomkraft sammenlignet med vedvarende energi. Selv med nye reaktortyper vil udbredelsen af atomkraft næppe kunne nå at gøre en væsentlig forskel.

Vi har alle de nødvendige teknologier på vedvarende energi, de implementeres allerede i højt tempo, de er ofte billigere end fossile teknologier og atomkraft, og den vestlige verden er ved at svømme over af kapital, som kunne få det til at ske. Det, vi mangler, er politisk vilje og tid.

På trods af en vis modstand mod den grønne omstilling i lande, der præges af højreorienterede ideologier, er der generelt politisk velvilje overfor tiltag til at forebygge klimaforandringerne. Der, hvor det tit halter, er på at få etableret de rammebetingelser, som kan få det til at ske i praksis. Meget af det er selvsagt uden for vores kontrol, men vi må alle gøre, hvad vi kan for at påvirke opinionen, hvor det er muligt.

I en række artikler i de kommende udgaver af LMFK-bladet har jeg fået lov til at forklare lidt mere om nogle af de teknologier, som indgår i det nye energisystem.



Figur 9
Andelen af atomkraft og vedvarende energi i elproduktionen i udvalgte lande.
Kilde: Energy Institute og Liebreich Associates.