

Kendt teknologi skal knække CO₂-kurven

Hvordan knækker vi CO₂-kurven samtidig med, at vi sikrer energiforsyningen, økonomisk vækst og gør verden mindre afhængig af fossile brændstoffer?

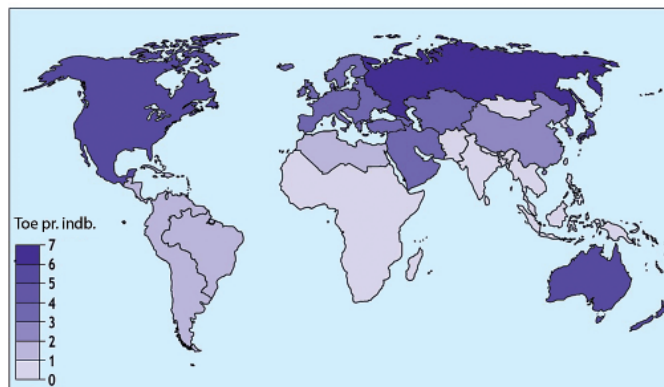
Artiklen gennemgår, hvor langt vi er kommet med de kendte energiteknologier, og hvordan disse kan bidrage til at reducere CO₂-udledningen.

Af Leif Sønderberg Petersen

Verden står ved en korsvej, og det er vigtigt, at næste års internationale klimakonference i København fører til en ny international klimaaftale. Det siger Det Internationale Energiagentur (IEA). Fortsætter vi med at producere og forbruge energi som hidtil, vil koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren fordobles inden udgangen af dette århundrede, hvilket giver globale temperaturstigninger på op til 6 grader i gennemsnit.

Det er et par af konklusionerne i IEAs rapport *World Energy Outlook*, der udkom 12. november 2008, ca. 1 år efter FN's Klimapanel's lige så markante udmeldinger i deres 4. vurderingsrapport fra november 2007.

For at holde koncentrationerne af drivhusgasser i atmosfæren på et niveau, hvor den globale temperaturstigning begrænses til 2 grader, vurderer IEA, at det vil kræve investeringer svarende til 0,55 pct.



Verdens forventede årlige energibehov pr. indbygger i 2030. Enheden toe angiver tons olie-ækvivalenter. Kilde: IEA

af BNP per år. IEA understreger, at det vil kræve en massiv indsats fra verdens lande at nå dette mål. IEA regner også på et mindre ambitiøst scenarie, der vil holde temperaturstigningen under 3 grader. Her vurderes de årlige investeringer at være 0,24 pct. af BNP.

FN's klimapanel slog i sin 4.

vurderingsrapport fast, at det er muligt at begrænse temperaturstigningen til 2 - 3 grader med de teknologier, vi har i dag, eller som er på tegnebrættet. Men det forudsætter en hurtig og global indsats. IEAs nye analyse bekræfter klimapanelets budskab: Hvis ikke vi kommer i gang meget hurtigt, bliver det

kun sværere og dyrere at løse denne opgave.

Det væsentligste, der skal til, er international politisk enighed på COP15 næste år i København. Vi ved hvilke energiteknologier, der kan bringes i spil for at opnå de nye politiske mål, der forhåbentlig vedtages. Overordnet kan disse teknologier grupperes inden for tre hovedområder, nemlig 1) energiforsyning, 2) teknologier til forbedret energiudnyttelse og 3) energibesparelser og effektivitetsforbedringer. Artiklen gennemgår de enkelte teknologier under disse hovedoverskrifter. Nogle af emnerne behandles mere indgående i de øvrige artikler i temanutvalget.

1. Energiforsyning

Vind

Vindenergi er en veludviklet teknologi med stort potentiale og hurtig udvikling gennem de sidste 25 år. I 2007 producerede

vindmøller 20 % af det danske elforbrug. Vindmøller er i dag konkurrencedygtige med traditionelle kulfyrede kraftværker.

Danmark har en førende international position inden for vindenergiforskning, udvikling og produktion, men i mange andre lande sker der nu en hurtig udvikling af vindenergi.

I fremtiden vil vindmøllerne blive større, på 8 – 10 MW, og de vil blive placeret i vindmølleparker på adskillige hundrede megawatt, både på land og på havet. Det store problem ved at introducere mere vind i energisystemet er at tilpasse elnettet til at rumme så store mængder fluktuerende energi.

De europæiske lande og EU er førende i udnyttelse af vindenergi. Nutidens vindmøller indgår aktivt i kontrol og regulering af elnettet. Vindmøllefabrikanterne vil fortsætte med at udvikle vindmøllerne i denne retning, så større mængder vindenergi kan indpasses i elnettet uden fare for udfald af strømforsyningen.

Solceller

Solceller omdanner lys direkte til elektricitet. Solceller er modulære og indeholder ingen bevægelige dele. Der findes i dag tre forskellige typer solceller. Første generation solceller er fremstillet af krystallinsk silicium. Anden generation solceller er baseret på tyndfilmsteknologi og amorft silicium. Tredje generation kombinerer organiske materialer og halvledere.

Første generation solceller er markedsdominerende i dag. Krystallinsk silicium udgør omkring 90 % af verdensmarkedet og vil dominere indtil 2015. Anden generation solceller øger deres markedsandel med høj-effektive celler til specialformål, herunder satellitter. Tredje generation solceller er stadig på forskningsstadiet. Elektricitet fra solceller forventes at kunne indgå i elnettet omkring 2016.

Tredje generation solceller gør det muligt at integrere solceller i andre produkter ved hjælp af simple trykteknikker og plastfremstilling. Solceller er midt i et teknologisk gennembrud, i



Foto: Torben Nielsen.

Bilen her er en Toyota Prius, som Risø DTU har fået ombygget med bl.a. mulighed for at slutte den til elnettet og større batterikapacitet. På den måde kan bilen indgå i energisystemet og i perioder fungere som "energilag" for overskudsstrøm fra f.eks. vindmøller.

Danmark forskes der i plastsolceller, som på sigt kan blive en meget billig massekonsumvare. (Se artikel side 21).

Termisk solenergi

Brug af solenergi til opvarmning og varmt vand er en gammelkendt teknologi, men nye anvendelsesmuligheder er ved at dukke op, hvor solenergi kan erstatte fossile brændsler eller elektricitet.



Foto: Torben Nielsen.

Et eksempel fra Risø DTU på anvendelse af plastsolceller integreret i en solhat: Solen oplader et batteri, der driver en lille radio.

Solvarmeanlæg har øget deres markedsandel med 17-20 % de senere år. Den største udvikling sker i Kina og Europa. I Europa vokser det tyske marked hurtigst, fulgt af Grækenland og Østrig. I dag kommer ca. 0,15 % af EU's varme vand og rumopvarmning fra solvarmeanlæg.

Et nyt marked for solvarme er industriel procesvarme, fordi den temperatur der kan opnås i et solvarmeanlæg er brugbar i mange industrielle processer.

Solkraftanlæg, der koncentrerer solenergien, kan størrelsesmæssigt tilpasses landsbyer eller netforbundne anvendelser op til 100 megawatt. Nogle systemer udnytter termisk lagring, når det er overskyet og om natten. Især i USA vinder solkraftanlæg frem.

Biomassebrændsler til transport

Biomassebrændsler til transport kan nedsætte CO₂-udledningerne og mindske den vestlige verdens afhængighed af fossile brændsler. Endelig kan der udvikles en national industri baseret på flydende brændsler.

Biobrændsler kan fremstilles på mange måder, f.eks. biodiesel fra raps, etanol ved forgæring og ved GTL-teknologi (Gas til

væske). GTL-teknologien kan give høj effektivitet i omdannelsen af biomasse til flydende brændsler, og teknologien kan udvikles til at behandle mange forskellige slags biomasse. Desværre er GTL-anlæg relativt store og komplicerede.

GTL-teknologien bruges i stor skala til at fremstille methanol fra naturgas. På grund af de høje energipriser er GTL-teknologien igen blevet interessant, og i Kina opføres værker til at fremstille det flydende brændstof DME fra kul. Egentlig storskalaproduktion af transportbrændsler fra biomasse ved hjælp af GTL-teknologien finder ikke sted endnu, men i lyset af behovet for at nedsætte CO₂-udledningerne er denne teknologi en oplagt mulighed.

Biologisk baseret fremstilling af transportbrændsler sker ofte ved forgæring. Storskalaproduktion af biobrændsler foregår i dag i form af førstegenerationsbiobrændsler fremstillet af majs, hvede og sukkerrør.

Anden generation biobrændsler fremstilles af planteaffald som halm, træflis, græs, affaldspapir og andre materialer, der indeholder lignocellulose. Det er dyrere at udvinde og forgære sukkeret til alkohol på denne



Foto: RISO DTU

Samproduktion af el- og varme på kraftvarmeværker er en rationel udnyttelse af energien, og lidt af en dansk specialitet.

måde, men teknologien udvikles hurtigt nu.

I 2030 er det EU's og USA's mål at dække 25-30 % af energibehovet til transport ved hjælp af biobrændsler. Biler med almindelige forbrændingsmotorer kan bruge op til 10 % bioethanol i brændstoffet, mens flexi-fuel motorer kan bruge op til 85 % bioethanol i brændstoffet.

Forbrænding, forgasning og pyrolyse af biomasse

Forbrænding af biomasse og affald i kraftvarmeværker er i dag verdens største bidragyder til CO₂-neutral energi og vil

også i fremtiden udgøre en stor andel af CO₂-neutral energiforsyning. Danmark har en internationalt førende position i forbrænding af affald og biomasse.

Forgasning bruges til at fremstille elektricitet fra fossile brændsler som kul. Forgasning bruges også industrielt ved fremstilling af elektricitet, ammoniak og flydende brændsler via den såkaldte IGCC (Integrated Gasification Combined Cycles) teknologi. Her kan der produceres naturgas og brint til brændsels-celler. IGCC er også en effektiv teknologi, når det gælder om at rense og oplagre CO₂ fra

forbrændingen (se nedenfor). IGCC demonstrationsanlæg blev bygget i 1970'erne, men er først nu ved at blive taget i brug kommercielt.

Forbrænding af fossile brændsler

Moderne industriel udvikling er i stor grad baseret på fremstilling af varme og elektricitet ved at forbrænde fossile brændsler som kul, olie og naturgas. Brug af fossile brændsler er årsag til 85 % af de menneskeskabte CO₂-udledninger. Kul er det mest udbredte fossile brændsel med store ressourcer fordelt over hele verden. Der er nok til adskillige hundrede års forbrug i det nuværende omfang. Derfor er kul mere prisstabil end andre fossile brændsler, og af den grund er kul igen blevet en interessant mulighed. Omkring 40 % af verdens elfremstilling sker på basis af kul.

Kul forbrændes ofte ved at blive pulveriseret og blæst ind i en ovn. Varmen bruges til at opvarme vand til damp med meget høj temperatur, der ledes ind i turbiner, som trækker de generatorer, der udvikler elektricitet. Effektiviteten er øget betydeligt gennem årene og ventes at kunne nå op på 46 %.

Kul kan omdannes meget effektivt gennem såkaldte combined cycle kraftværker, samproduktion af varme og el og en MHD cyklus. MHD står for magneto-hydrodynamisk generator, som omdanner termisk eller kinetisk energi direkte til elektricitet. MHD-generatorer virker ved høje temperaturer uden bevægelige dele. Udstødningen fra en MHD-generator er en flamme, som kan opvarme kedlerne i et kraftværk. Men teknologien er stadig på forskningsstadiet.

Naturgas leverer 21 % af det globale energiforbrug. Mængden af naturgasfyrede kraftværker øges, fordi den slags kraftværker er meget økonomiske med hensyn til investeringsomkostninger, brændselseffektivitet og fleksibel drift. Combined cycle gasturbine (CCGT) kraftværker producerer mindre CO₂ pr. produceret energienhed end

kul eller olie.

Olie udgør ca. 37 % af verdens energiforbrug. Spørgsmålet om olieressourcerne er ved at være udtømte er genstand for stor debat. I øjeblikket er de bedste gæt, at der er olie til 30 til 40 års forbrug. Ikke konventionelle olieressourcer som tjæresand mm. kan derefter blive økonomisk attraktive.

Forbrænding gennem brændselsceller

Kul kan udnyttes effektivt til elproduktion ved at brænde det gennem brændselsceller (se nedenfor). Med denne teknologi kan man nå op på 60 – 85 % effektivitet. I dag kan brændselsceller kun omsætte luftformige brændsler. For kuls vedkommende kunne en mulighed være at bruge pulveriseret kul "opløst" i en gas som kvælstof. En anden mulighed er at forgasse kullet med vand.

CO₂-udledningen pr. produceret energienhed kan nedsættes ved at bruge mere avancerede og effektive teknologier, blandt andet ved at operere med højere temperaturer i kraftværkerne.

Kernekraft

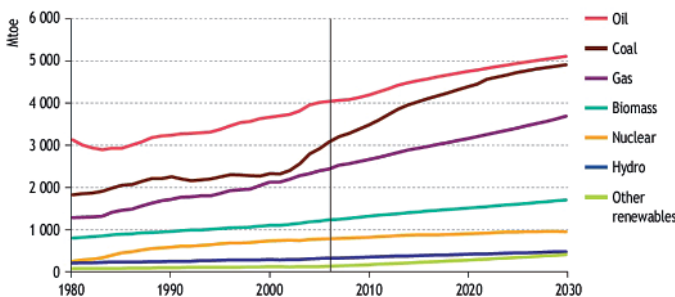
Kernekraft er grundlæggende en CO₂-fri energikilde. I dag leverer kernekraft ca. 15 % af verdens elektricitet. Globalt er 440 reaktorer i drift i 31 lande.

Teknologien er fuldt udviklet, men de fleste eksisterende kernekraftværker er bygget i 1960'erne og 1970'erne. Efter 1990 skete der en nedgang i brugen af kernekraft.

Kernekraft er ikke følsom over for udsving i energipriserne og er baseret på en ressource, som er vidt fordelt over hele jorden. Derfor er forsynings-sikkerheden ikke et geopolitisk spørgsmål.

Nu forudser IEA, IPCC og andre, at kernekraft vil vokse igen, med store regionale forskelle, især på grund af offentlighedens forskellige accept af denne energiteknologi. Stadig flere lande i Asien, herunder Indonesien, Thailand og Vietnam planlægger at udnytte kernekraft.

Kernekraft indgår ikke i den



Verdens energibehov fordelt på energikilder. Kilde: IEA

danske energiplanlægning, og derfor har Danmark meget lille ekspertviden om kernekraft, lige som der ikke er uddannelsesmuligheder inden for området.

Fusionsenergi

En fusionsreaktor bruger vand som brændstof. Eller rettere sagt isotoperne deuterium og tritium fra vand. Ved 150 millioner grader Kelvin starter fusionsprocessen, hvor deuterium og tritium bliver til helium under frigivelse af neutroner med stor energi. Fusionsreaktorer skaber meget mindre radioaktivt affald end kernekraftværker og er grundlæggende mere sikre, fordi de kun rummer brændstof til få sekunder. Den største investering ved fusionsenergi er bygningen af selve fusionskraftværket, mens brændselomkostningerne er marginale. Fusionskraft vil derfor være mest økonomisk, når den bruges som grundlast i energisystemet.

Fusionskraft befinder sig endnu på det grundlæggende forskningsstadium. Designet og bygningen af den indtil nu største fusionsreaktor ITER er begyndt i et bredt internationalt samarbejde. Den forventes klar i 2016. Fusionskraft ventes først at kunne levere elektricitet til elnettet omkring år 2045.

Geotermisk energi

Geotermisk energi er varme fra jordens indre. Damp og varmt vand produceret i jordens indre kan bruges til opvarmning af bygninger eller fremstilling af elektricitet. Geotermisk energi er bæredygtig energi, fordi vandet erstattes af nedbør og fordi varmen kontinuert produceres i jordens indre (se artikel side 34).

Der er i EU installeret geotermisk energi svarende til 893 MWe i 2005, mest i Italien og Island. Ressourcerne er enorme i mange dele af verden. Potentialer er også stort i Danmark, men det er svært at forudsæ hvor stor en rolle geotermisk energi kan komme til at spille i det danske energisystem. Hos os er temperaturen ikke høj nok til elproduktion, men fjernvarmesystemer med varmepumper (se nedenfor) kan være en god mulighed.



Foto: Wave Dragon Aps / Earthvision.biz

Bølgeenergi kan udnyttes. Her er det bølgeenergi-projektet Wave Dragon under test i Nissum Bredning.

Vandkraft, havstrømme, bølger og tidevand

Teknologier til brug af vandets potentielle, kinetiske eller termiske energi er på meget forskellige udviklingsstrin. Vandkraftværker har igennem mange år været kommercielt konkurrencedygtige. Modsat er bølge- og tidevandsenergi stadig på et tidligt udviklingsstadium.

Store vandkraftværker er en af de mest økonomiske energiteknologier, men har en stor indvirkning på landskabet og kan kræve genhusning af store befolkningsgrupper. Små vandkraftværker er udviklet over lang tid og i lande som Kina vokser antallet kraftigt. Havstrømme rummer masser af kinetisk energi der kan høstes med "undervandsvindmøller". En vindmølle under vand er mindre end en almindelig vindmølle, simpelt hen fordi vand har en meget større massefylde end luft. I Frankrig og England udnyttes denne energiteknologi i mindre grad.

Tidevand kan levere kraft 4-5 timer pr. cyklus og er derfor en meget fluktuerende energikilde. Men tidevandskraftværker kan kombineres med pumpelagre,

som kan genere elektricitet uafhængig af tidevandsstrømmen.

Bølgeenergi kan betragtes som lagret vindenergi, fordi bølger normalt eksisterer 6-8 timer efter vinden er løjet af. Derfor kan bølgeenergi udjævne noget af fluktuationen i vindenergi. Bølgeenergi kan på lang sigt bidrage væsentlig til verdens energiforsyning, hvis det kan udvikles til at blive teknisk stabilt og økonomisk rentabelt. I Danmark har bølgeenergi tiltrukket sig fornyet opmærksomhed gennem et par vellykkede demonstrationsprojekter, Wave Dragon og Wave Star.

2. Teknologier til forbedret energi-udnyttelse

Brændselsceller

Brændselsceller har fået deres teknologiske gennembrud som en meget fleksibel og effektiv energikonverteringsteknologi. Brændselsceller kan forbedre udnyttelsen af bæredygtige energiteknologier som vind, sol og bølgeenergi, og de vil blive en central del af fremtidens brint-samfund. Brændselsceller fungerer nemlig begge veje. Har man

overskudsstrøm fra vindmøller, kan strømmen sendes gennem brændselsceller og danne brint, der kan lagres. Når der er brug for strøm, sendes brinten tilbage gennem brændselscellen og laver strøm. Danmark spiller en vigtig rolle i udviklingen af brændselsceller fra grundforskning til kommercielle produkter (se artikler side 24 og 27).

Lavtemperatur brændselsceller, især de såkaldte PEMFCs, kan erstatte forbrændingsmotorer i biler og bruges allerede i kommercielle UPS strømforsyninger som f.eks. virksomheden Dantherm fremstiller.

Højtemperatur brændselsceller, SOFCs, kan bruge mange forskellige slags brændsler, de er højeffektive og miljøvenlige. De kan køre på brændsler som naturgas, biogas og methanol. Risø DTU er en af verdens førende inden for udvikling af SOFCs i samarbejde med Topsoe Fuel Cell A/S.

Rensning og lagring af CO₂

Rensning og lagring af CO₂ (CCS – carbon capture and storage) er en proces, hvor CO₂ udskilles og lagres i forbindelse med afbrænding af fossile

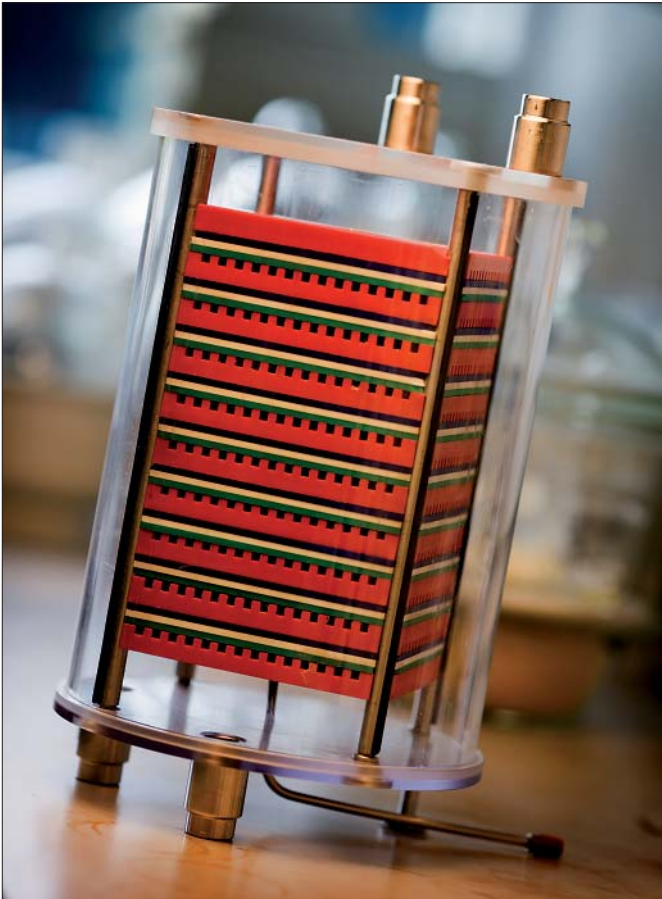


Foto: Risø DTU

Brændselsceller kan blive en vigtig brik i fremtidens energiforsyning.

brændsler i stedet for at blive udledt til atmosfæren. CCS kan bruges i stor skala i kraftværker og i energitunge industrivirksomheder. Den opsamlede CO₂ kan lagres i geologiske reservoirer som olieboringer eller i havbunden. Geologiske reservoirer kan tilbageholde over 99 % af CO₂'en i over 100 år. Stor-skala nedpumpning af CO₂ i havene er en mulighed, men vil gøre havene mere sure, hvilket kan skade havenes økosystemer lokalt. CO₂ kan også bindes kemisk ved at konvertere det til fast stof i form af uorganiske karbonatforbindelser.

CCS er dog meget energikrævende. Et kraftværk med CCS vil forbruge mellem 10 og 40 % mere energi end et tilsvarende kraftværk uden CCS. Rensningen er den mest energikrævende del af processen, men omkostningerne ventes at falde med yderligere forskning og udvikling og kommercialisering af teknologien.

På Esbjergværket er verdens

største demonstrationsanlæg til CCS sat i drift i 2006. Investering i forskning og udvikling inden for CCS kan gavne dansk industri på kort og mellem-langt sigt. Der er gode markedsmuligheder for CCS-teknologi globalt, ikke mindst i de store udviklingslande Indien og Kina.

Brint

Brint er en energibærer, ikke en energikilde. Udnyttelsen af brint som energibærer afhænger af, om det lykkes at udvikle økonomiske og effektive metoder til fremstilling, transport og lagring af brint. Brint kan produceres på mange måder, baseret på både fossile og bæredygtige energikilder. Termiske og termokemiske processer, hvor der bruges varme til at fremstille brint, er de mest udviklede teknologier. Elektrolyseprocesser som er "omvendte" brændselsceller, er under udvikling. Her kan bæredygtige energikilder som sol, vind og bølger levere

strømmen til brintfremstilling. Omkostningerne ved elektrolyse er høje, men på vej ned. Graden af bæredygtighed af den fremstillede brint afhænger helt af den benyttede energikilde til fremstillingen. Det er muligt at fremstille brint i forbindelse med rensning og lagring af CO₂. På den måde kan der skaffes bæredygtige transportbrændstof.

Energilagring

I Danmark arbejdes der på at indføre mere vindenergi, samtidig med at forsyningsikkerheden skal bevares på trods af den fluktuerende vindenergi. Af den grund arbejdes der intensivt på at finde gode lagringssystemer for elektricitet. (Se artikel side 37).

Energi kan lagres som varme eller elektricitet. På begge områder findes der mange mulige teknologier til lagring af energi både i stor og lille skala.

Lagring af termisk energi bruges til procesvarme i industrien, men der kan også opnås store energibesparelser ved at lagre overskudsvarme som varmt vand f.eks. til brug i CIP-anlæg (Cleaning In Place). CIP-anlæg er systemer designet til automatisk rengøring og desinfektion uden demontering af procesanlæg.

I kraftvarme- og fjernvarmesystemer kan man oplagre varme i varmtvandanke og derved adskille varme og elproduktion, hvilket kan give maksimal energjudnyttelse. Varmelagring er forholdsvis simpel teknologi og virkningsgraden er tæt på 100.

Lagring af el kræver flere teknologier, som alle indebærer en eller flere omdannelser fra elektricitet til lagermediet og tilbage til elektricitet. Energiformerne i ellageret kan være potentiel energi, kemisk energi, termisk energi, kinetisk energi eller elektrisk energi, f.eks.:

- Pumpekraftværker
- Trykluftbaserede ellagre
- Batterier
- Flow batterier (hvor ekstra elektrolyt opbevares i en tank uden for batteriet)
- Svinghjul

- Brint
- Superledere

Kun pumpekraftværker og trykluftbaserede ellagre bruges i stor skala.

Lige så vigtig ellagring er for at udnytte bæredygtig energi i større omfang, lige så meget mangler vi de afgørende teknologiske gennembrud for f.eks. batterier, brint og superledere.

Varmepumper

Varmepumper er generelt en moden teknologi, som bruges til rumopvarmning og industrielle formål. I en varmepumpe pumpes termisk energi fra ét varmereservoir (f.eks. koldt) til et andet varmereservoir (f.eks. varmt). Derved kan varmepumpen bruges både til køling i f.eks. køleskabe og airconditionanlæg og til f.eks. boligopvarmning.

De fleste varmepumper fungerer efter kompressormetoden, hvor elektricitet bruges til at overføre varme fra en ekstern varmekilde med lav temperatur til en temperatur, der er høj nok til at bruge varmen til opvarmning. Det kan integreres med et solfangersystem og på den måde kan temperaturen i det opvarmede vand hæves.

Absorptionsvarmepumper bruges i København i forbindelse med byens fjernvarmesystem. I en absorptionsvarmepumpe absorberes kølemidlet i en væske i stedet for at blive fordampet. Anlægget i København bruger geotermisk energi som en lavtemperatur varmekilde og damp fra Amagerværket som drivvarme for absorbereren. Absorptionssystemer kræver store investeringer og adgang til spildvarme med høj temperatur til at drive processen.

3. Energibesparelser og effektivitetsforbedringer

Negajoules

Negajoules – dvs. energiforbrug der ikke er afholdt på grund af besparelser – er blevet den mest betydende "energikilde" i EU. Selv om energieffektiviteten er blevet forbedret kraf-



Foto: Carsten R. Klæer

Stigningen i transportsektoren har rent CO₂-mæssigt mere end spist mange forbedringer op inden for andre områder i Danmark.

tigt gennem de sidste årtier er det både teknisk og økonomisk muligt at spare meget mere energi. EU har derfor som mål at spare 20 % af EU's energiforbrug sammenlignet med de nuværende fremskrivninger til år 2020.

Udnyttes denne mulighed, svarende til at spare 390 Mtoe i 2020, vil der være sparet en CO₂-udledning på 780 millioner ton CO₂ alene i året 2020 – mere end det dobbelt af den fastsatte EU-reduktion under Kyoto Protokollen for den 5-årige periode 2008-2012.

Jo længere nede i kæden, der sker effektivitetsforbedringer, jo større virkning har det på det primære energiforbrug og

CO₂-udledningerne. Således udløser et elforbrug på 1 kWh hos forbrugeren et energiforbrug på 2,2 kWh i form af brændsel til kraftværket. Det svarer til en CO₂-udledning på 314 gram.

Tab ved energiomsætning udgør 33 % af det primære energiforbrug i Europa. Disse tab kan skæres kraftig ned ved at indføre kraftvarme. Kun 13 % af al elektricitet i Europa fremstilles på denne måde, mens det er omkring 50 % i Danmark.

Omkring 1/3 af energiforbruget hos slutbrugerne i Europa bruges i bygninger til opvarmning, aircondition, lys og elektrisk udstyr mv. Energiforbruget i bygninger er derfor en af

de store årsager til udledning af CO₂. Bygninger sluger omkring 40 % af det totale energiforbrug hos slutbrugerne i EU.

Her er der store besparelsesmuligheder, både ved nybyggeri og ved opgradering af den eksisterende bygningsmasse.

Transport

Transport sluger omkring 20 % af verdens energiforbrug og er næsten udelukkende baseret på fossile brændsler. Derfor er transportsektoren også en af de store CO₂-udledere. Bilindustrien arbejder fortsat på at mindske bilernes energiforbrug f.eks. ved at reducere vægten og forbedre motorstyringen.

Hybridbiler er et energibesparende alternativ i transportsektoren, da disse har en relativt lille forbrændingsmotor suppleret med en elmotor. Samtidig kontrolleres energiforbruget mere intenst i hybridbiler og bremseenergien bruges til at oplade batterierne. Derfor bruger hybridbiler væsentlig mindre brændstof end konventionelle biler. Pluginhybridbiler, der kan kobles på elnettet, kan i højere grad udnytte bæredygtige energikilder som vindmøllestrøm.

På længere sigt er elektriske biler og brændselscellebiler gode alternativer, idet strømmen og brinten kan komme fra bæredygtige energikilder. ■



Foto: U.S. Gov.

Selv i USA er man ved at få øjnene op for energibesparende biler. Her en såkaldt "plug-in hybrid-bil" udstillet på Capitol Hill.

Om forfatteren



Leif Sønderberg Petersen er chefkonsulent Risø Nationallaboratoriet for bæredygtig energi
Tlf.: 4677 4021
E-mail: leif.sonderberg@risoe.dk

Videre læsning

RisøNyt temanummer 1 og 2 i 2007 handler om bæredygtig energi i henholdsvis udviklingslande og industrialiserede lande. De kan ses på www.risoe.dtu.dk/Knowledge_base/publications/risoenews/arkiv_risnyt.aspx

Risø Energy Report serien behandler energispørgsmål på globalt, regionalt og nationalt plan. De kan ses på www.risoe.dtu.dk/Risoe_dk/Home/Knowledge_base/publications/Risoe_Energy_Report_series.aspx