

Energidebatten

beror på en misforståelse



Af
Klaus Illum
Docent (emeritus) i energiplanlægning og energisystemanalyse
ECO Consult

*For længe siden, i 1979, skrev jeg en artikel med samme overskrift [1]. Siden da har jeg ved enhver given lejlighed forklaret, hvori misforståelsen består. Også i en populær fremstilling i bogen *I Drivhuset - Naturens energi og samfundets energikrise* [2] og senest i min udredning *Strategisk energiplanlægning - Tekniske retningslinier for formålstjenlig national og kommunal planlægning* [3], som jeg refererer til i denne artikel.*

Her gentager jeg i korthed forklaringen og viser, at det ikke er ligegyldigt, men helt afgørende for tilrettelæggelsen af de rette målrettede energipolitiske strategier, at misforståelsen afklares og ryddes af vejen.

Misforståelsen

I skolen lærte vi, at man med en skålvægt kan måle massen af det ene og det andet i kg, pund eller en anden enhed, og at den samlede masse af alle stoffer i et lukket rum er konstant, selvom stofferne undergår kemiske forandringer (loven om massens bevarelse). At det som regel ikke er fornuftigt at lægge æbler og pærer sammen, var også en læresætning. Så selvom det er rigtigt, at 1 kg guld, 1 kg sand og 1 kg savsmuld giver 3 kg i alt, er denne sum ikke en relevant størrelse i nogen praktisk henseende.

Vi lærte også, at man med et kalorimeter og et termometer kan måle energi i forskellige former: Elektrisk transmitteret energi måles som el-forbruget i en dyppekoger eller i et piskeris neddyppet i kalorimetret; termisk energi overført fra varmt vand kan måles ved at lede vandet gennem en varmeveksler, som er neddykket i kalorimetret; også brændværdien af et brændstof kan måles ved at lede den hede røggas gennem en varmeveksler, neddykket i kalorimetret. Måleenheden kan være kalorier, Watt-timer eller Joule. Og vi lærte, at summen af den således målte energi af alle stofferne i et fuldstændigt lukket og varmeisoleret rum er konstant, selvom stofferne undergår kemiske forandringer og de forskellige dele udveksler energi med hinanden (loven om energiens bevarelse).

Det underlige er, at vi ikke lærte, at reglen om ikke at lægge æbler og pærer sammen ikke kun gælder for masse-regnestykker, men også for energi-regnestykker. Det er rigtigt, at 1 kWh i form af elektrisk kraft, 1 kWh i form af varmt vand fra en solfanger eller et geotermisk reservoir og 1 kWh brændværdi i en bunke halm eller lidt olie giver 3 kWh i alt. Men det er indlysende, at denne sum ikke er en relevant størrelse i nogen praktisk henseende.

Alligevel lægger ikke kun Energistyrelsen, men også andre professionelle, faglige konsulenter kalorierne eller kilowatt-timerne i el, varme, halm osv. - æbler og pærer - sammen i alle deres energistatistikker og opstiller bogholderi-regnskaber over forskellige 'energivarer'. Nogle af disse kaldes 'vedvarende energi', og de skal i fremtiden dække en vis del af 'brutto-energiforbruget' - 100% en gang i en uvis fremtid.

Disse opsummeringer giver kun mening, hvis man opfatter 'energi' som et mystisk stof, der findes i alle de forskellige opsummerede størrelser. Hvad er det ellers for noget, man holder regnskab med?

Der blev i 1700-tallet udviklet en teori om, at varme er et stof - kalorie - som tilføres vand, jern og andet, når det opvarmes. Denne teori bragte videnskaben nogle store skridt frem, men den blev henlagt i 1800-tallet. At den er genopstået i vore dages opfattelse af energi skyldes, at da 'energi' efter oliekrisen i 1973 blev et politisk anliggende, var det økonomer og politikere, der formulerede den energipolitiske dagsorden og opstillede energi-bogholderier på samme måde, som de opstiller penge-bogholderier.

Disse simple bogholderi-opgørelser er ikke forkerte. Men de leder på vildspor, når man skal finde ud af, hvordan man kan konstruere det nye energisystem, der skal holde samfundet gående i fremtiden. Og da energiafgifter og -tilskud skulle tjene til at fremme konstruktionen af et funktionsdueligt energisystem på en økonomisk fornuftig måde, går det helt galt, når politikerne sammen med skatteministeriets og finansministeriets økonomer sammensætter komplekser af afgifter og tilskud ud fra den opfattelse, at 'energi' er et stof, der kan beskattes ligesom alkohol og tobak.

Konkret og rationelt

I den klassiske termodynamik - den videnskab det her drejer sig om - defineres 'energi' som en termodynamisk tilstandsfunktion, og loven om energiens bevarelse (termodynamikkens 1. hovedsætning) er en simpel følge af denne definition. Så vi behøver ikke at diskutere, hvad 'energi' er for noget. Det er ikke 'noget'. Det er ligesom masse en målelig egenskab ved ethvert afgrænset fysisk system, der befinder sig i en bestemt tilstand.

Meget abstrakt. Ja. Men selvom det ville være overordentligt nyttigt, hvis der i folkeskolens fysikundervisning indgik et grundkursus i termodynamik, er den grundlæggende indsigt, det ville give, ikke en forudsætning for en fornuftig energipolitisk debat.

Man kan begynde med en begribelig, konkret formulering af formålet med de kæmpestore investeringer, der indgår i den såkaldte 'strategiske energiplanlægning', se box 1.

Derpå kan vi opregne de velkendte midler, vi har at gøre godt med, og det, vi har brug for, udtrykt som konkrete, velkendte fysiske tilstande - se box 2 - og gå i

gang med den nøjere tekniske analyse af samspillet mellem komponenterne i et fremtidigt energisystem som det, der er skitseret i figur 1, hvor alle de i box 2 opregnede potentialer er i spil.

Strategisk planlægning uden en strategi

Det gælder om hen ad vejen at opnå de størst mulige brændselsbesparelser per krone investeret og forbrugt i den daglige drift. Det, der skal beregnes, er derfor, hvor meget brændselsforbruget kan nedbringes ved at inve-

Box 1:

Den strategiske planlægnings formål

Formålet er at nedbringe brændselsforbruget i Danmark, sådan at forbruget hurtigst muligt nedbringes til en mængde, som kan dækkes af Danmarks andel af de begrænsede biomasse-brændselsressourcer, der her i landet og i andre lande kan frembringes på en økologisk bæredygtig måde uden at forøge atmosfærens CO₂-indhold.

For at nedbringe CO₂-udslippet skal det til enhver tid resterende fossile brændselsforbrug fortrinsvist dækkes af naturgas, som giver et mindre CO₂-udslip per afbrændt MJ end kul og olie.

Med dette konkrete formål for øje - i stedet for de populistiske udtryk "omstilling til et grønt og fleksibelt energisystem" eller "omstilling til ren vedvarende energi" (Energiaftalen af marts 2012) - er det klart, at det er mulighederne for at formindske brændselsforbruget, der skal analyseres.

Box 2:

Det, vi har at gøre godt med, og det, vi har brug for

Energiomsætnings-enheder og -anlæg (termodynamiske maskiner) er konstrueret til at udnytte termodynamiske potentialer til nyttige formål.

Potentialerne - det vi har at gøre godt med - er:

- *Temperaturforskelle* (termiske potentialer). F.eks. mellem temperaturen i brændkammeret omkring en dampmaskines kedelrør og temperaturen i fjernvarmekredsløbet eller i fjorden, der køler kondensatoren.
- *Elektriske spændingsforskelle* mellem el-nettets ledninger og mellem ledningerne og jorden eller mellem polerne på et batteri (elektriske potentialer).
- *Hastighedsforskelle* mellem vinden og jordoverfladen, som driver vindmøllerne (kinetiske potentialer).
- *Trykforskelle*. F.eks. mellem en kompressors tryktank og atmosfæren (spatiale potentialer).
- *Højdeforskelle* (gravitationspotentialer). Udnyttes i vandkraftværker.
- *Kemisk uligevægt* (kemiske potentialer). F.eks. kan den kemiske uligevægt mellem en beholder med olie og atmosfærens ilt udløses ved at opvarme olien til brændpunktet.
- *Elektrokemisk uligevægt* i batterier af forskellig slags.

Dertil kommer elektrisk kraft fra det elektriske potentiale, der frembringes i solceller.

De nyttige formål - det vi har brug for - er:

- at opretholde temperaturforskelle mellem indendørs opholdssteder og udeluften (opvarmning eller køling) og mellem køleskabe/kølerums og fryseres/fryserums indre og deres omgivelser.
- at frembringe elektrisk kraft til belysning og drift af elektriske apparater og maskiner.
- at frembringe elektrisk og mekanisk kraft til fremdrift af transportmidler, landbrugsmaskiner, entreprenørmaskiner, m.fl.
- at drive industrielle procesanlæg af forskellig art.

Termiske maskiner er

- termiske kraftmaskiner, der udnytter et termisk potentiale til at frembringe en mekanisk arbejdsydelse, der i en el-generator kan omsættes til et elektrisk potentiale (damp turbine kraftværker, gasturbiner, stempelmotorer, Sterling-motorer),
- kompressions-varmepumper, der (omvendt) omsætter en mekanisk arbejdsydelse til et termisk potentiale, og
- absorptions-varmepumper, der omsætter et termisk potentiale ved en højere temperatur til et termisk potentiale ved en lavere temperatur.

De termiske potentialer, der driver termiske kraftmaskiner og absorptions-varmepumper, frembringes ved forbrænding, hvorved brændslets kemiske potentiale omsættes til et termisk potentiale ved en høj temperatur. I individuelle kedler og fjernvarmeverker går det meste af brændslets potentielle drivkraft tabt i varmevekslingen mellem den hede røggas og det kun 60 - 80 grader varme vand.

Brændselsceller tilhører ikke klassen af termiske maskiner. De omsætter et kemisk potentiale direkte til et elektrisk potentiale.

I elektrolyseanlæg sker der - omvendt - en omsætning af elektrisk kraft til et kemisk potentiale i form af brint.

Energidebatten

– fortsat

stere i de forskellige anlæg og maskiner: i vindmøller, solceller, kraftvarmeverker, solfangere, varmelagre m.fl., i el-apparater og el-drevne maskiner, der bruger mindre strøm, og i bygningstekniske forbedringer, der formindsker bygningernes varmeforbrug.

Det er komplicerede beregninger, fordi produktions- og forbrugsforholdene er forskellige i årets forskellige måneder (se figur 4) og vind og sol skifter fra den ene time til den næste. Og som vist i eksemplet figur 5 tegner beregningsresultaterne et tilsvarende kompliceret billede. Men sådan er virkeligheden, og hvis man vil tilrettelægge en realistisk strategi, der er teknisk og samfundsøkonomisk formålstjenlig med hensyn til den i box 1 givne målsætning, skal man vide, hvad der kan opnås ved at investere på de forskellige indsatsområder.

Det er imidlertid både den foregående og den nuværende regerings politik, at Energistyrelsen ikke skal foretage sådanne analyser. Uden noget grundlag i beregning-

ger af de brændselsbesparelser og CO₂-formindskelser, der opnås, lader regeringen således kommunerne foretage store investeringer i geotermiske anlæg, solceller, solfangere etc., samtidigt med, at de ved at nedlægge decentrale kraftvarmeverker eller reducere dem til standby-anlæg forringer energisystemets evne til el-effektregulering og forøger landets samlede brændselsforbrug og CO₂-udslip.

Det er klart, at kommunerne rundt omkring i landet ikke kan foretage beregninger af de virkninger, deres investeringsprogrammer vil have i det nationale energisystem i dets helhed - blandt andet fordi det, den ene kommune gør, påvirker virkningerne af det, der sker i andre kommuner. Hver især bestræber de sig naturligvis på at finde løsninger, der med det gældende kompleks af afgifter, tilskud og samfundsøkonomiske regneregler giver de lavest mulige fjernvarmepriser indenfor kommunegrænsen.

I de kommende år vil vi se resultaterne af denne strategiske planlægning, som er styret af et ikke-målrettet afgifts/tilskuds-kompleks uden en overordnet national strategi.

Fortsættes på side 20

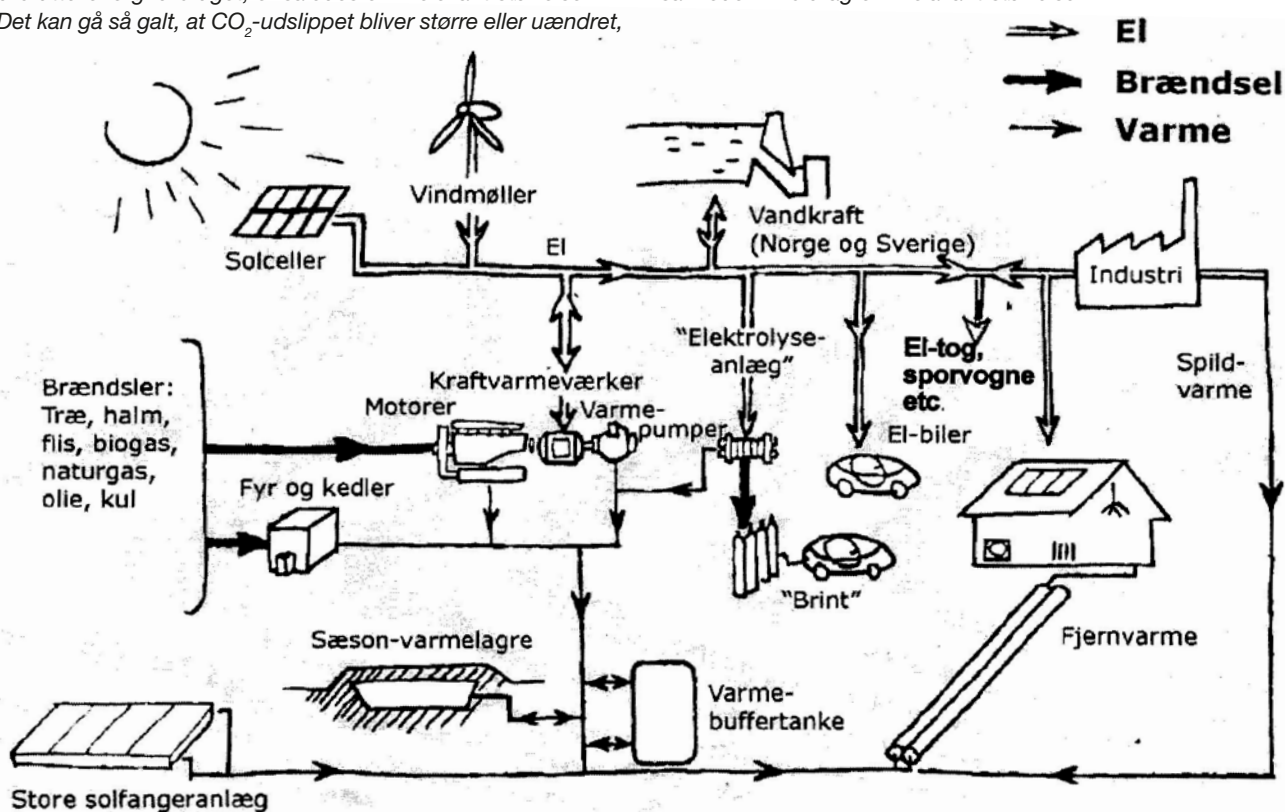
Figur 1: Af dette billede af det nye energisystems sammensætning med el foroven og varme forneden fremgår det klart, at det samlede bidrag fra vedvarende energikilder - vindmøller, solceller, solfangere og biomasse-brændsler - er en æbler+pærer+gulerødder-sum, og at de forskellige bidrag til denne sum har meget forskellige indvirkninger på brændselsforbruget og CO₂-udslippet, bl.a. afhængigt af systemets sammensætning og bidragenes årstidsvariationer, se figur 4. VE-summen er således en irrelevant størrelse. Ligeledes er brutto-energiforbruget, som er summen af bidragene fra alle energikilderne - brændsler, vindmøller, solceller, solfangere - en irrelevant størrelse. VE-procenten, som er bidraget fra vedvarende energikilder divideret med brutto-energiforbruget, er således en irrelevant størrelse.

Det kan gå så galt, at CO₂-udslippet bliver større eller uændret,

selvom VE-procenten fordobles, se for eksempel Greenpeace-rapporten Ombygningen af energisystemet [6], side 31.

Alligevel er VE-procenten en central størrelse i opstillingen af energipolitiske målsætninger. I modsætning til den konkrete, håndgribelige målsætningsformulering i box 1.

'Vedvarende energi' (renewable energy) er et udtryk for bestræbelsen på at udvikle et energisystem, der kan holde samfundet i gang uden forbrug af ikke-fornyelige, miljø- og klimabelastende ressourcer. Som sådant kan det i den almindelige debat fremme den politiske opbakning til en fornyelse af energisystemet. Men i den konkrete målsætningsformulering og den tekniske og økonomiske analyse af mulighederne for at opfylde målsætningen er det samlede VE-bidrag en irrelevant størrelse.



Energidebatten

– fortsat

Energiaftalen marts 2012 - stykkevist og delt

Klip de enkelte dele ud af billedet af energisystemet figur 1: vindmøller, solceller, kraftmaskiner (motorer), varmepumper, elektrolyseanlæg, biogas, el-biler, bygninger og alle de andre dele. Læg de udklippede brikker ud på bordet i tilfældig rækkefølge uden pile fra den ene til de andre, så der ikke er nogen sammenhænge og struktur tilbage. Nedsæt så for hver brik en arbejdsgruppe, der skal analysere teknik, økonomi og anvendelsesperspektiver for den del, der står på brikken.

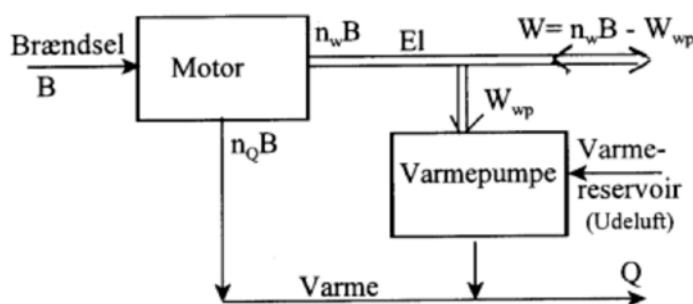
Det er sådan Energiaftalens analyseprogram fremstår under overskriften "Oversigt over analyser og udredninger til omstilling af den samlede energiforsyning til ren vedvarende energi" (sic.). Det drejer sig om "den samlede energiforsyning", men brikkerne i puslespillet analyseres hver for sig, uden at man ved, hvordan det samlede billede ser ud. For eksempel:

En gruppe skal analysere

(1) "fjernvarmens rolle i den fremtidige energiforsyning".

En anden gruppe skal analysere

(2) "mulighederne for at fastholde elnettets høje funktionalitet i en situation med stadigt stigende vindkraft".



Figur 2

LOCUS-anlæg er kraftvarmeværker med motor og varmepumpe. De indgår som centrale dele af det nye energisystem, se figur 1. Betegnelsen LOCUS: Local Cogeneration Utility System blev indført i 1980'erne, hvor der blev opført nogle demonstrationsanlæg. For en nøjere beskrivelse se [4] og [5].

'Motor' står her for en kraftmaskine (en stempelmotor, gasturbine, Stirling-motor eller et dampturbineanlæg) med tilhørende el-generator, eller en brændselscelle.

Når vindkraften plus den af varmebehovet bestemte el-produktion i LOCUS-anlæggenes motorer overstiger el-forbruget, igangsættes varmepumper. Derved nedbringes el-overskuddet, dels fordi elektrisk kraft udnyttes i varmepumperne, dels fordi el-produktionen i motoren formindskes.

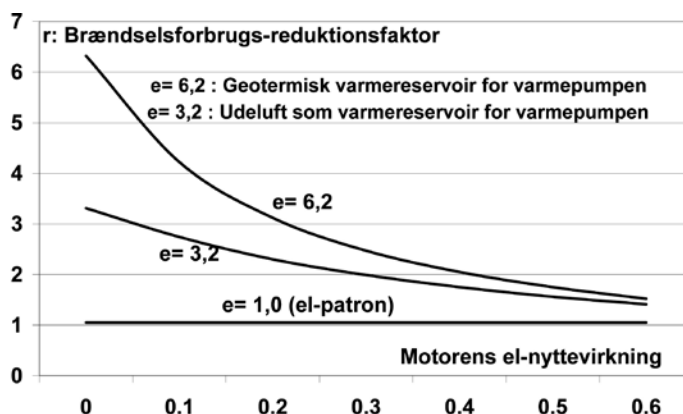
Med en central styring af flere hundrede LOCUS-anlæg vil disse således indgå i den såkaldte 'smart grid' el-effektregulering som de anlæg, der bidrager med den største reguleringskapacitet.

Hvis LOCUS-anlæggenes udstyres med el-patroner i stedet for varmepumper (en el-patron virker som en varmepumpe med effektfaktor 1,0) bliver den brændselsbesparelse, der opnås ved at udnytte vindkraften til varmebeholdning mindre, se figur 3.

En tredje skal

(3) "undersøge tilskuds- og afgiftssystemet med henblik på at vurdere behovet for justeringer af det eksisterende system, så det samfundsøkonomisk giver hensigtsmæssige incitamenter til omstillingen til et grønt og fleksibelt energisystem."

Man behøver imidlertid kun at kaste et blik på figurerne 1 - 5 for at konstatere, at man ikke kan analysere (1) uden at inddrage (2). Og (3) giver kun mening, når det er nærmere specificeret, hvordan "omstillingen til et grønt og fleksibelt energisystem" skal ske, dvs. når der foreligger en strategi i form af tekniske retningslinier og investeringsprogrammer. Ellers kan man jo ikke vide, hvilke økonomiske incitamenter, der skal til for at fremme denne 'omstilling'.



Figur 3

Brændselsforbrugs-reduktionsfaktoren r angiver den formindskelse af et LOCUS-anlægs brændselsforbrug, der for en given varmeproduktion fra anlægget opnås ved at formindskes anlæggets el-produktion til el-nettet med én enhed. Den afhænger af såvel motorens el- og varme-virkningsgrader som varmepumpens effektfaktor e .

Med geotermisk varme som varmereservoir for varmepumpen (ved nedkøling af varmt vand fra undergrunden fra ca. 70 til ca. 15 grader) kan der opnås en varmepumpe-effektfaktor på 6,2 mod en effektfaktor på 3,2 i gennemsnit over året, når varmereservoirret er udeluften. Med en motor-elnyttevirkning på 0,4 er r -faktoren imidlertid ikke meget større med geotermisk varme end med udeluft som varmereservoir. Det vil sige, at der i et energisystem, hvor overskydende el-produktion udnyttes effektivt med LOCUS-anlæg, er de yderligere brændselsbesparelser, der kan opnås med store investeringer i udnyttelse af geotermisk varme, relativt små.

Velkommen
til nye medlemmer

Ulsted Biogas ApS
Rørholtvej 86
9370 Hals

Lbt Agro K/S
Dammenevej 139
9800 Hjørring

Box 3: Kraftvarmeværker

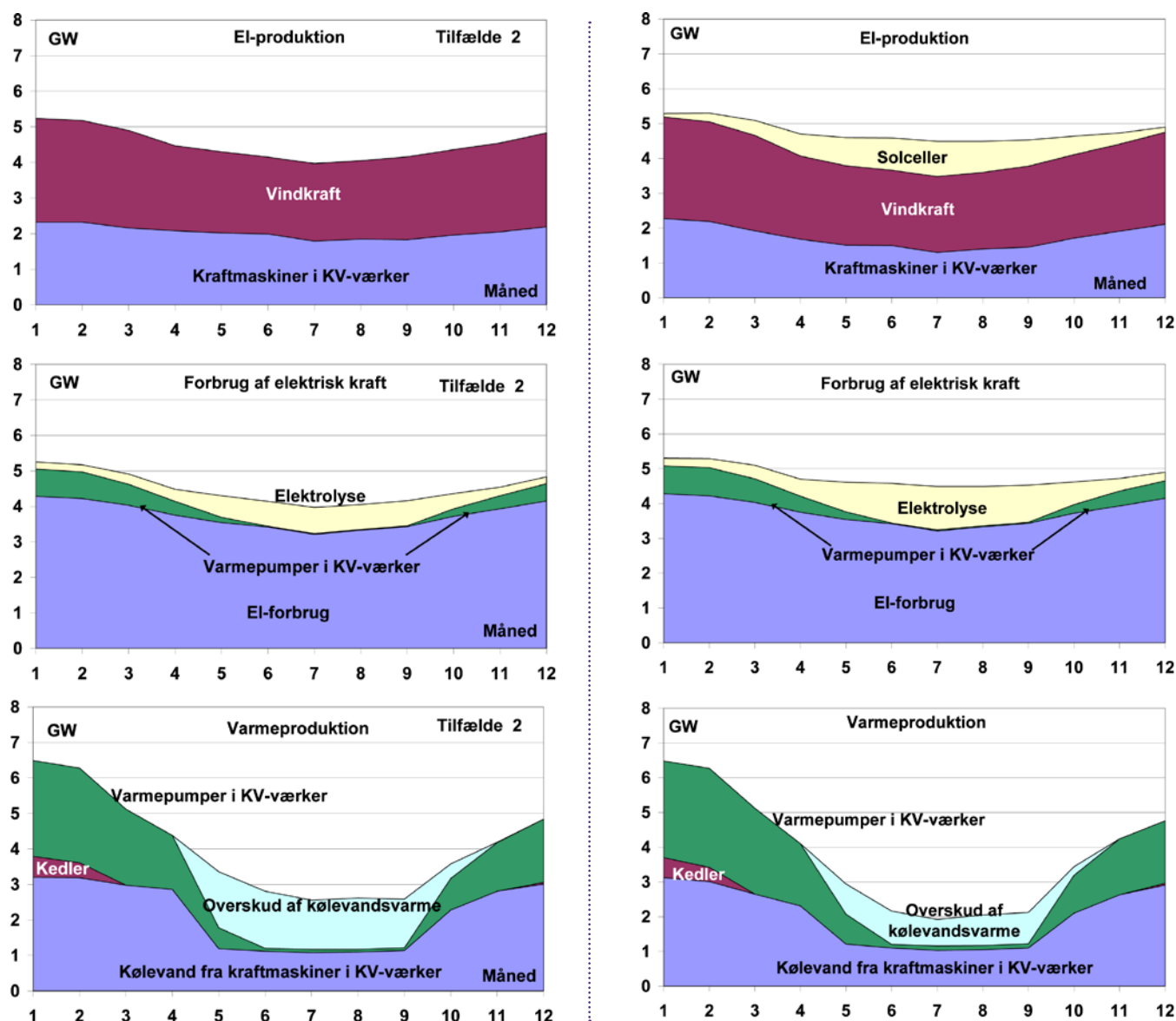
Kraftmaskiner (motorer, damp turbineanlæg, gasturbiner) skal afgive varme til omgivelserne - de skal køles - ellers brænder de sammen eller går i stå. Kraftværker, som i stedet for havvand eller udeluften bruger radiatorer i bygninger til køling, kaldes kraftvarmeværker. Men ligegyldigt hvilke kølekredsløb, der bruges, er brændselsforbruget bestemt af el-produktionen (dog bliver det lidt større i damp turbineanlæg, der bruger husenes radiatorer til køling, fordi kondensator-temperaturen skal hæves).

Den kalorimetrisk opgjorte nyttevirkning kan være ca. 95% for både fjernvarmeværker og kraftvarmeværker. Men medens fjernvarmeværker bruger mere end 1

GJ brændsel til at producere 1 GJ varme, leverer kraftvarmeværker varmen uden nogen eller med kun en mindre forøgelse af det brændselsforbrug, der medgår til el-produktion.

Brændselsforbruget i et LOCUS-anlæg (se figur 2), hvor motoren driver varmepumpen uden el-udveksling med nettet, bliver kun halvt så stort som i et fjernvarmeværk med samme varmeproduktion. Dvs. at tabet af brændslets potentielle ydelse er meget større i et fjernvarmeværk end i et LOCUS-anlæg eller et almindeligt kraftvarmeværk.

Den kalorimetrisk nyttevirkning er således ikke et mål for anlæggenes effektivitet. Kraftvarmeværkers effektivitet er meget større end fjernvarmeværkers.



Figur 4

Denne figur viser beregnede årstidsfordelinger af el-produktion, forbruget af elektrisk kraft og varmeproduktion i et fremtidigt energisystem med LOCUS-kraftvarmeværker og en stor el-produktion i vindmøller - i kolonnen til højre suppleret med el fra solceller, på årsbasis svarende til 15% af el-forbruget. ('El-forbrug' er her el-forbruget i bygninger, industrier, transportmidler etc.)

Da der i sommerhalvåret - også med en stor el-produktion i solceller - vil være overskud af kølevandsvarme fra kraftvarmeværkernes kraftmaskiner, er der ikke brug for varme fra solfangere i kraftvarmeværkernes fjernvarmenet.

Hvis den årlige el-produktion i solceller skulle komme op på 15% af el-forbruget, som her vist, ville produktionen midt på dagen i klart vejr om sommeren blive større end el-forbruget og derpå falde til nul i løbet af eftermiddagen. Omkostningerne ved at håndtere så store, kortvarige effektudsving skal indregnes i el-produktionsprisen i solceller.

Fortsættes på side 22

Energidebatten

– fortsat

Beregn det beregnelige

Fremtiden er uberegnelig. Ingen økonomisk model kan forudsige udviklingen. Hvis ikke før, er det blevet klart i de sidste fem år. Men under givne forudsætninger om udviklingen i energiforbrugende materiel omsætning og forbrugeradfærd er det med et tilstrækkeligt datagrundlag beregneligt, hvor meget brændselsforbruget kan formindskes år for år ved at gennemføre bestemte ændringer af energisystemet, dvs. ved at gennemføre bestemte investeringsprogrammer, se f.eks. [6].

Man kan således indhente viden om de tekniske muligheder, der tegner sig for at opfylde en given målsætning om nedtrapning af brændselsforbruget og CO₂-udslippet, og man kan på det grundlag vurdere de økonomiske omkostninger, der knytter sig til alternative fremgangsmåder. Men det kræver en omfattende database med tekniske data for energisystemet i dets helhed og programmer, der på dette datagrundlag dag for dag året igennem kan beregne energiomsætningen i det samlede energisystem over en længere årrække, hvor systemet ændres år for år.

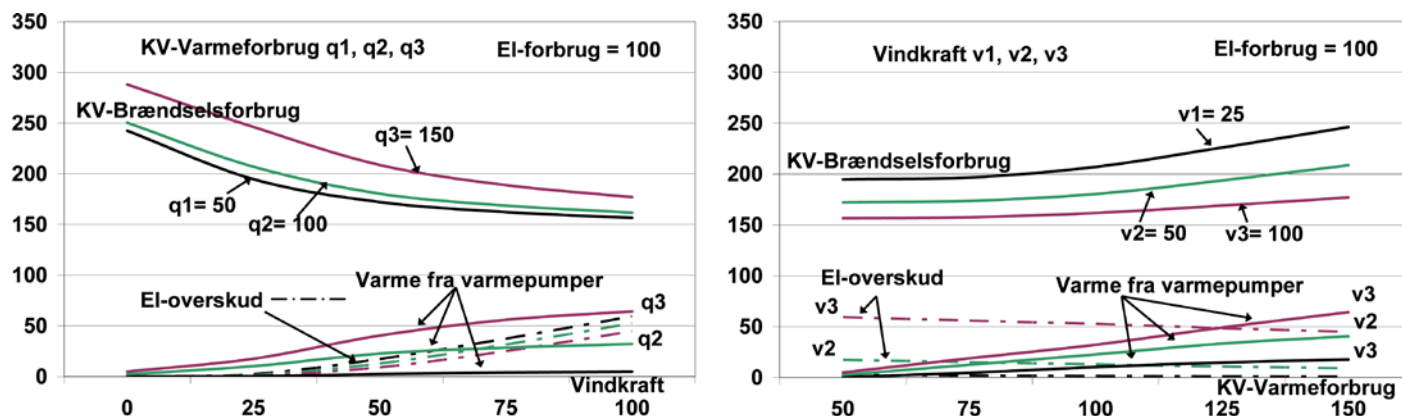
Der er intet erfaringsgrundlag at bygge på, så ingen hærskare af analysegrupper - som den skare, der indgår i Energiaftalen - kan uden sådanne beregninger udlede løsninger med dokumentation for, at de i deres helhed vil frembringe de ønskede resultater. Slet ikke hvis de lægger de gængse, kalorimetriske energi-bogholderier til grund for deres analyser.

Det, man kalder 'omstilling til grøn, vedvarende energi', er en kompliceret ingeniørmæssig og økonomisk opgave, der vil omfatte investeringer af størrelsesordenen 500 milliarder kr. frem til 2030. Det ville ikke være for meget at bruge 0,1 promille af dette beløb til at beregne det beregnelige, så man ikke handler i blinde.

Referencer:

- [1] Klaus Illum: Energidebatten beror på en misforståelse, artikel i Teknik og Miljø, 1979.
- [2] Klaus Illum: I Drivhuset - Naturens energi og samfundets energikrise, 2006.
- [3] Klaus Illum: Strategisk energiplanlægning - Tekniske retningslinier for formålstjenlig national og kommunal planlægning, 2012.
- [4] Klaus Illum: Lokale kraftvarmesystemer med vedvarende energi, 1987
- [5] Klaus Illum: LOCUS Systems and Plants, artikel i IEA's teknologikatalog District Heating Catalogue of Advanced Heat Production Technologies, International Energy Agency, 1988.
- [6] Klaus Illum: Ombygningen af energisystemet - Problemstilling og fremgangsmåder. Greenpeace, 2010.

Findes på www.klausillum.dk



Figur 5

Graferne viser det årlige brændselsforbrug i kraftvarmesystemet med LOCUS-anlæg med el-forbruget (=100, defineret som i figur 4) som målestok:

- (1) til venstre: som funktion af vindkraften for 3 forskellige værdier af KV-varmeforbruget $q_1 = 50$, $q_2 = 100$ og $q_3 = 150$.
- (2) til højre: som funktion af KV-varmeforbruget for 3 forskellige værdier af vindkraften $v_1 = 25$, $v_2 = 50$ og $v_3 = 100$.

Endvidere vises varmeproduktionen i varmepumper samt det el-overskud, der er til rådighed for fremstilling af brændsler til transportmidler (de stiplede linier).

Den brændselsbesparelse, der opnås ved at forøge vindkraften med én enhed, afhænger af KV-varmeforbruget og aftager kraftigt, når vindkraften kommer over halvdelen af el-forbruget (vindkraft = 50). Omvendt er den brændselsbesparelse, der opnås ved at formindske KV-varmeforbruget med én enhed, afhængig af vindkraften, og den falder kraftigt, når KV-varmeforbruget bliver mindre end el-forbruget (KV-varmeforbrug mindre end 100).

Dette er én af grundene til, at den såkaldte 'CO₂-beregner' - et program kommunerne kan bruge til at beregne deres andele i CO₂-udslippet fra danske skorstene og udstødningsrør - ikke kan give virkelighedstro resultater. Fordi CO₂-udslippene ændres år for år efterhånden som vindkraften forøges og varmeforbruget ændres.