

Biogassen og nødvendigheden af decentralisering af el-produktionen i kraftvarmeværker. En diskussion af projektet ‘Metansamfundet’.

Formålet med at investere i vindmøller 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.

Det gælder derfor om at anvende den rette teknik til udnyttelse af den hele tiden varierende vindkraft-effekt, som, hvis den årlige vindkraftproduktion svarer til 50% af det årlige el-forbrug, i nogle perioder vil overstige el-forbrugs-effekten med op til 50%.

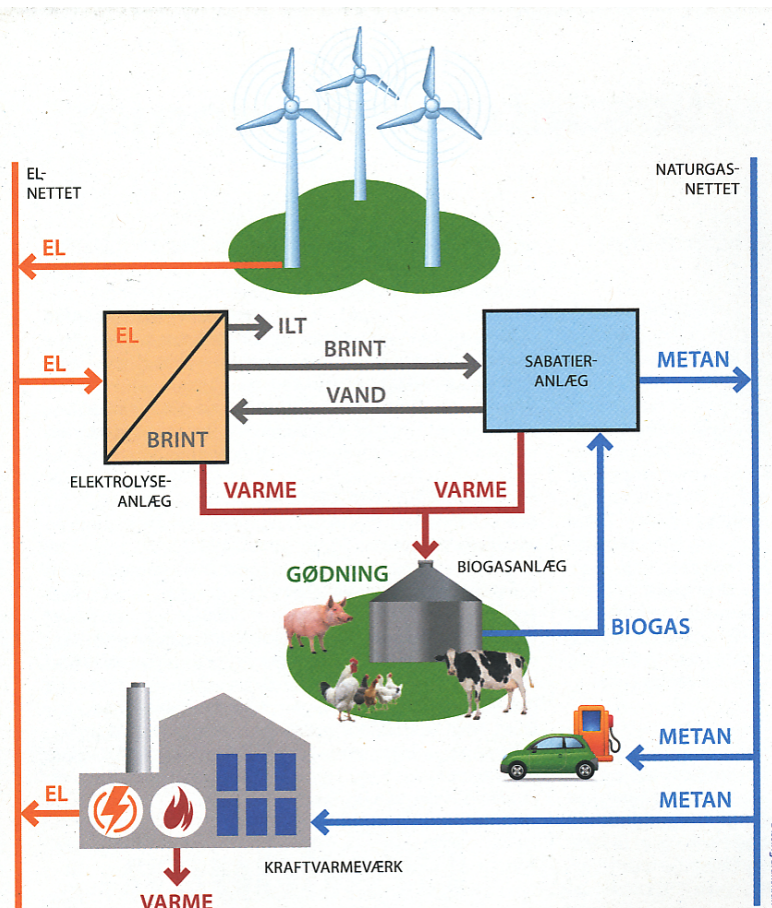
Hvis en 3 MW vindmølle med én teknik (A) giver en formindskelse af brændselsforbruget på 15.000 MWh om året, medens den med en anden teknik (B) kun giver en formindskelse på 10.000 MWh om året, skal man bruge A, medmindre B er så meget billigere end A, at det berettiger en 50% forøgelse af antallet af vindmøller, når også de landskabelige indgreb og andre omkostninger og gener ved en yderligere forøgelse af antallet af vindmøller tages i betragtning.

Et for nylig afsluttet projekt er et eksempel på, at dette almindelige princip ikke tages til følge: Med økonomisk støtte fra Region Midtjylland har en projektgruppe med deltagere fra HIRC (Hydrogen Innovation & Research Centre), Planenergi, HaldorTopsøe, Lemvig Biogas, DTU, GreenHydrogen, Det jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet og HMN Naturgas I/S gennemført et projekt med navnet ‘**Metansamfundet**’:

“Projektet er et feasibility studie, hvor synergieffekter ved kombination af 3 kendte teknologier som elektrolyse-baseret brintproduktion, biogasproduktion og metanisering af CO₂ og brint skulle undersøges i en sammenhæng, som ikke er set før. Anlæg af denne type [se figuren nedenfor] vil kunne levere et betydningsfuldt bidrag til afhjælpning af de udfordringer det danske energisystem vil stå overfor i en fremtid med store mængder fluktuerende vindkraftproduktion.”

(citeret fra projektbeskrivelsen i artiklen *Opgradering af biogas - en vej til lagring af elektricitet i naturgasnettet*, tidsskriftet Kraftvarme Nyt, juni 2012)

Den anbefalede tekniske løsning er vist i den nedenfor gengivne reklame. En sådan markedsføring af en specifik teknik kan være en hæmsko for en uhildet, saglig diskussion af denne tekniks formålstjenlighed, og den er et eksempel på, hvad ‘markedets’ styring af investeringsindsatserne kan føre til. Alligevel forsøger jeg med den følgende analyse at afstedkomme en saglig diskussion, idet jeg håber, at medarbejdere i ‘Metansamfunds’-projektet vil besvare min kritik.



GAS gør kraftvarmen grønnere

I HMN Naturgas arbejder vi målrettet på at gøre gassen grønnere, så vi kan forsyne fremtidens CO₂-neutrale kraftvarmeværker med ren energi.

Der kommer for alvor gang i biogassen – det tror vi på. Og vi er klar til at sætte vores ekspertise og kræfter ind på at få den sendt ud til jer og forbrugerne via naturgasnettet.

Andre VE-gasser vil modnes og finde samme vej – vi er med til at udvikle produk-

tionen af kunstig metan fremstillet af overskydende vindmøllestrøm.

Decentral kraftvarme er den mest effektive måde at producere energi på.

Gas er det mest effektive og fleksible brændsel til kraftvarme.

Hold fast i kraftvarmen, og hold fast i gassen – det er der fremtid i.

HMN Naturgas er landets mest effektive distributør af naturgas. Derfor har vores kunder de markant laveste distributionstariffer.
www.naturgas.dk



Jeg har i en kronik i Ingeniøren (8. august 2012, www.ing.dk) gjort gældende, at

- 1) At det er teknisk og økonomisk uhensigtsmæssigt at 'opgradere' biogas til naturgas. Biogassen skal bruges i små kraftvarmeværker med biogasanlæg placeret i nærheden.
- 2) Der opnås en meget større formindskelse af brændselsforbruget ved primært at udnytte overskydende vindkraft til varmeproduktion i varmepumper i LOCUS-anlæg end med 'Metansamfunds'-teknikken.

Ad. 1) Udnyttelse af biogas

Det er teknisk og økonomisk uhensigtsmæssigt at 'opgradere' biogas til naturgas ved at bruge brint fra elektrolyseanlæg til metanisering af biogassens CO₂-indhold. Fordi det indebærer, enten at elektrolyse-metaniserings-anlæggene skal placeres i nærheden af biogasanlæggene og der derfra skal udlægges gasledninger frem til naturgasledninger, eller at der skal udlægges gasledninger til fremføring af biogas fra biogasanlæggene til elektrolyse-metaniserings-anlæg, der er placeret i nærheden af naturgasledninger. I begge tilfælde medfører det unødige investeringer i gasledninger.

Disse investeringer undgås, når biogassen anvendes i decentrale kraftvarmeværker og et mindre antal større elektrolyse-anlæg placeres der, hvor det er mest hensigtsmæssigt mht. transmission af de store el-effekter til anlæggene. I det omfang det er hensigtsmæssigt at bruge brint fra elektrolyseanlæggene til produktion af metan til naturgasnettet eller metanol til transportmidler, skal elektrolyse-metaniserings/metanolproduktions-anlæggene fortrinsvist placeres i nærheden af kraft/kraftvarmeværker, hvor røggassens CO₂-indhold kan udnyttes, se figur 2 nedenfor.

Begrundelsen for 'opgradere' biogas til naturgas og føde den ind i naturgasnettet i stedet for at bruge den i decentrale kraftvarmeværker er, at med en voksende biogasproduktion - især i Vestdanmark - vil det potentielle fjernvarmeforbrug i byer med biogasyrede kraftvarmeværker ikke være stort nok til at udnytte den producerede biogas.

Men den begrundelse holder ikke. Selv hvis der gennemføres en omfattende efterisolering af bygninger, vil det samlede potentielle fjernvarmeforbrug (ab værk) i mellemstore byer, små byer og landsbyer i Vestdanmark (Jylland og Fyn) andrage omkring 35 PJ/år i 2030. Hvis el-produktionen i vindmøller på det tidspunkt svarer til 75% af el-forbruget, fås i disse små og større byer et potentielt biogasforbrug på ca. 60 PJ/år i kraftvarmeværker med varmepumper til regulering af forholdet mellem deres el-produktion og varmeproduktion (LOCUS-anlæg). Så stor bliver biogasproduktionen i Vestdanmark aldrig.

I sommermånederne vil biogasmotorenes el-produktion rigtigt nok afkaste mere kølevarme, end der kan afgives fra husenes radiatorer, så motorerne skal køles med udeluft eller fjordvand. Men det gælder for alle landets kraftvarmeværker, og køling med udeluft eller hav- og fjordvand skal ikke være forbeholdt de store kraft- og kraftvarmeværker. Tværtimod. *CO₂-udslippet bliver mindre, når de små biogasyrede kraftvarmeværker indgår som grundlast-værker med en jævn produktion året igennem* - lidt mindre om sommeren, når køerne er på græs.

Ad. 2) Udnyttelse af overskydende vindkraft til formindskelse af brændselsforbruget

I 'Metansamfunds'-projektet forudsættes, at varmeproduktionen i kraftvarmeværker i perioder med overskydende vindkraft sker i kedler, sådan at kraftvarmeværkerne ikke producerer el i disse perioder (se

systemskitserne figur 1 nedenfor). Hele den overskydende vindkraft bruges således til brintproduktion i elektrolyseanlæg.

Med LOCUS-anlæg bruges den overskydende vindkraft primært til varmeproduktion i LOCUS-anlæggenes varmepumper (figur 1). Først når brændselsforbruget i LOCUS-anlæggene er nedbragt til nul, bruges det resterende vindkraft-overskud til brintproduktion i elektrolyseanlæg, se figur 3 nedenfor.

Som vist i figur 3, er de formindskelser af brændselsforbruget, der opnås med LOCUS-anlæg meget større end de formindskelser, der opnås med 'Metansamfunds'-løsningen. Endvidere bliver investeringerne i elektrolyse- og 'metaniserings'-anlæg mindre med LOCUS-anlæg end med kedler til varmeproduktion i kraftvarmeværkerne.

Decentralisering af el-produktionen i kraftvarmeværker

Hvis den producerede brint 'metaniseres' med CO₂ fra passende kilder og metanen fødes ind i naturgasnettet bliver forbruget af fossil naturgas formindsket. *Hvor og hvornår den med vindkraft producerede ikke-fossile metan bliver brugt, er et irrelevant spørgsmål, som ikke kan besvares.*

Det er imidlertid vigtigt at undgå overskydende el-produktion i kraft- og kraftvarmeværker. Dvs. at el-effekten fra kraft- og kraftvarmeværker ikke må være så stor, at den medfører en forøgelse af brintproduktionen i elektrolyseanlæggene. For hvis dette sker, bliver der brugt brændsel til at producere metan i et tabsgivende kredsløb: brændsel > el > brint > brændsel (metan), som, hvis en del af det brændsel, der indfyres i kraft- og kraftvarmeværkerne, er kul, vil medføre et øget CO₂-udslip.

Med 'Metansamfunds'-teknikken, betyder overskydende el-produktion i kraftvarmeværker, at både metan-produktionen og metan-forbruget forøges indenfor de i graferne figur 3 viste intervaller mellem de fuldt optrukne linier (Br.prod., Br.forbr., Kedel 100%) og de stiplede linier (Br.prod., Br.forbr., Kedel 0%). Da forøgelsen af metan-produktionen er lig forøgelsen af metan-forbruget, er de resulterende formindskelser af brændselsforbruget, som opnås ved en forøgelse af vindkraften, upåvirket af overskydende el-produktion i de naturgasfyrede kraftvarmeværker: Den i graferne figur 3 viste R-faktor er således uafhængig af, hvor stor en del af varmeproduktionen, der sker i kedler. Når kraftvarmeværkernes el-produktion reguleres ved helt eller delvist at lade varmeproduktion overgå til kedler, medfører overskydende el-produktion i kraftvarmeværker således hovedsageligt forøgede investerings- og driftsudgifter i elektrolyse- og metaniserings-anlæg.

Med LOCUS-anlæg betyder overskydende el-produktion i kraftvarmeværker, at metanforbruget (Br.forbr.) ikke nedbringes til nul, således at metan-produktionen (Br.prod.) forøges. I udredningen *Strategisk energiplanlægning - Tekniske retningslinier for formålstjenlig national og kommunal planlægning* (juni 2012, www.klausillum.dk) har jeg i afsnit 14 nøjere analyseret, hvordan overskydende el-produktion i kraft- og kraftvarmeværker påvirker brændselsforbrug og investerings- og driftsudgifter i et energisystem med LOCUS-anlæg. Figurene 13, 14 og 15 viser, hvordan såvel brændselsforbruget som investerings- og driftsudgifter i elektrolyse- og metaniseringsanlæg forøges, når nedtrapningen af el-produktionen i kraftvarmeværker i takt med øget vindkrafteffekt begrænses.

Problemet er, at el-produktionen i de store dampturbine-kraft- og kraftvarmeværker ikke hurtigt kan op- og nedreguleres i takt med den variende el-produktion i vindmøller, i sommerhalvåret eventuelt suppleret med en betydelig el-produktion i solceller, som hurtigt stiger og falder i dagtimerne.

En effektiv udnyttelse af investeringerne i vindkraft og eventuelt solceller til at opnå den størst mulige formindskelse af brændselsforbruget indebærer derfor, at de store kraft- og kraftvarmeværker nedlægges, idet deres el- og varmeproduktion overgår til hurtigt regulerbare mindre decentrale LOCUS-kraftvarmeværker og små/mini LOCUS-anlæg i de større bygninger og parcelhuse, der i dag opvarmes med naturgasfyr. Kun på den måde kan den brændselsbaserede el-produktion bringes i samklang med en stadigt større el-produktion i vindmøller og eventuelt i solceller.

Irrationel strategisk planlægning

I den energipolitiske aftale af marts 2012 indgår en vindkraftudbygning svarende til opstilling af 1.000 3 MW vindmøller frem til 2020, heraf ca. halvdelen i havmølleparker og ca. en fjerdedel i kystnære områder. Efter 2020 skal vindkraftudbygningen fortsætte, hvis de energipolitiske målsætninger skal opfyldes.

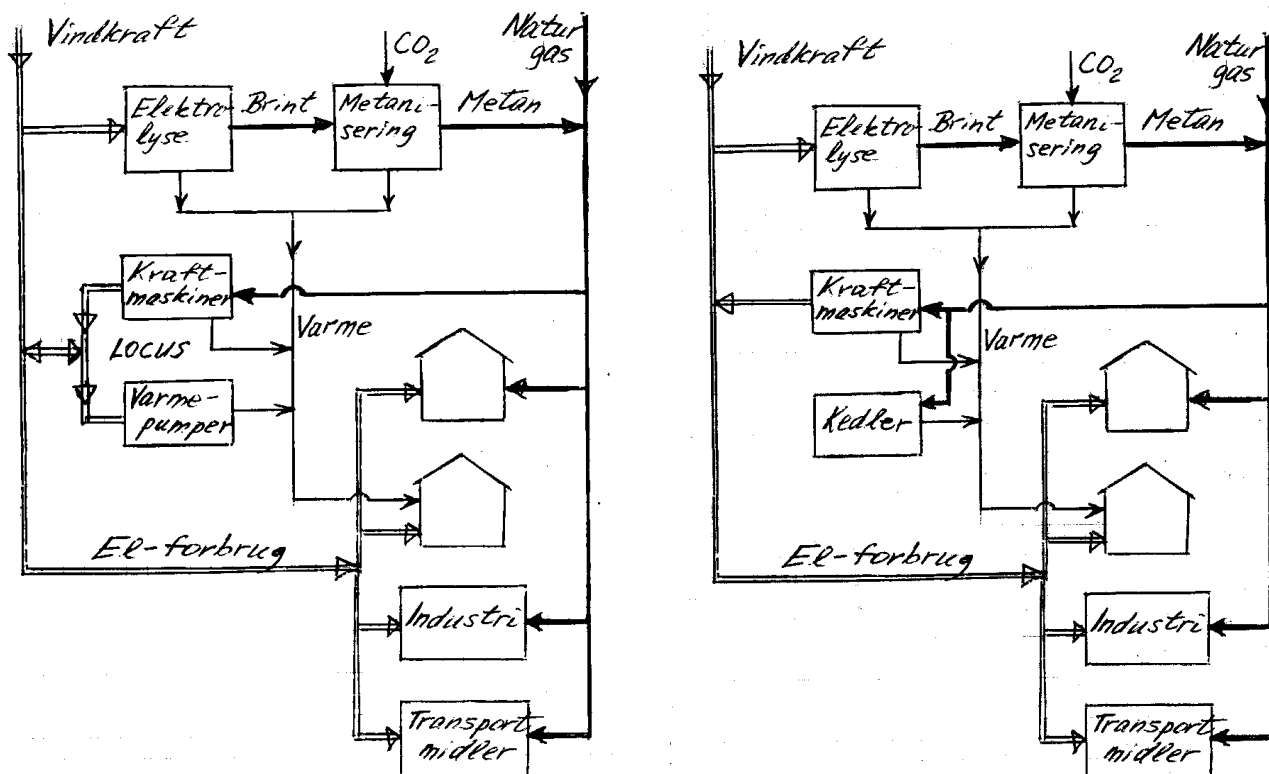
Med en gennemsnitlig investering på 25 millioner kr per 3 MW mølle og store omkostninger til udbygning af el-transmission til/fra udlandet, hvis vindkraften ikke løbende kan udnyttes her i landet, er der store besparelser at hente ved at formindske det antal vindmøller, der skal til for at opfylde de energipolitiske målsætninger. Dvs. at det er økonomisk fordelagtigt at investere mange milliarder kr i en omfattende decentralisering af el/varme-forsyningsinfrastrukturen med hurtigt regulerbare LOCUS-anlæg i decentrale kraftvarmeværker og mini-LOCUS-anlæg i naturgasforsynede bygninger, sådan at hver vindmølle giver den størst mulige formindskelse af brændselsforbruget.

Kort sagt: en rationel strategisk energiplanlægning forudsætter koordinering af investeringsindsatserne på de forskellige områder. I den indledningsvist i dette notat citerede formålsbeskrivelse for 'Metansamfunds'-projektet står der imidlertid:

"Anlæg af denne type vil kunne levere et betydningsfuldt bidrag til afhjælpning af de udfordringer det danske energisystem vil stå overfor i en fremtid med store mængder fluktuerende vindkraftproduktion."

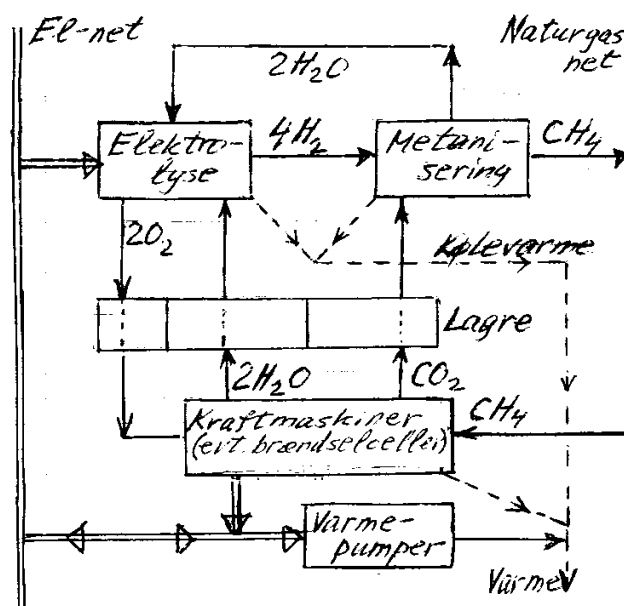
Det vil sige: Først planlægges en omfattende udbygning af el-produktionen i vindmøller. Derefter skal de 'udfordringer' denne udbygning medfører 'afhjælpes'. Dermed gives der tydeligt udtryk for en irrationel strategisk planlægning.

I en artikel *Energidebatten beror på en misforståelse* i september 2012 udgaven af tidsskriftet Kraftvarme Nyt, medlemsblad for Foreningen af danske kraftvarmeværker, belyser jeg de elementære forståelsesmæssige problemer, der således fører den strategiske planlægning på afveje.

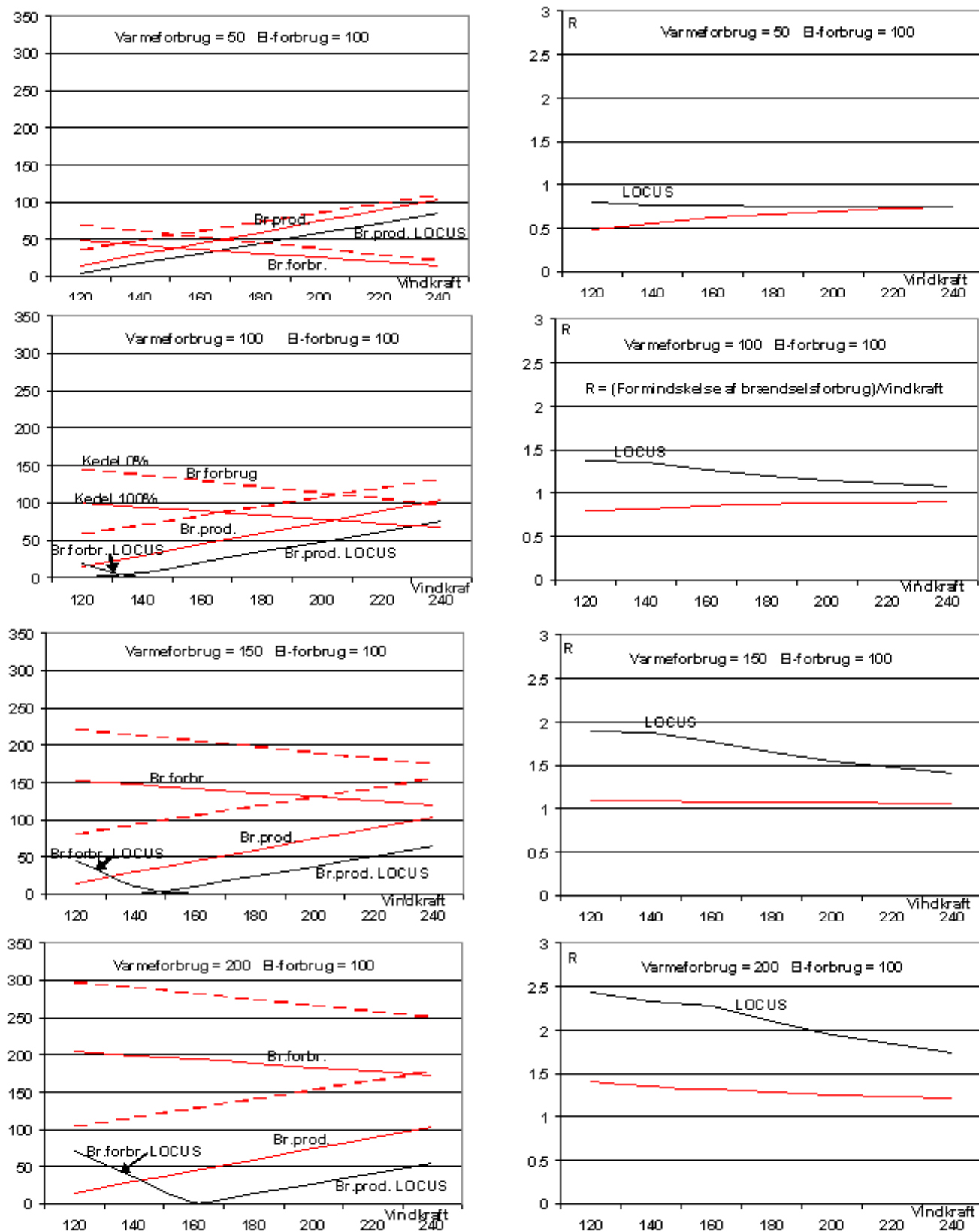


Figur 1 Med LOCUS-anlæg (til venstre) udnyttes vindkraften primært i varmepumper, sådan at brændselsforbruget i kraftmaskiner nedbringes til nul før brændselsproduktionen i elektrolyse-metaniserings-anlæggene igangsættes, se figur 3.

I 'Metansamfunds'-projektet (til højre) formindskes el-produktionen fra kraftmaskiner, idet varmen fra kraftmaskinernes kølekredsløb erstattes med varme fra kedler. Som vist i figur 3 fås på denne måde ikke kun en unødigt stor brændsels-omsætning i el>metan>kraftmaskine/kedel-kredsløbet (større investerings- og driftsudgifter), også det resulterende netto-brændselsforbrug bliver større end med LOCUS-teknikken.



Figur 2. I støkiometrisk afbalancerede, lukkede kredsløb, som de her viste, kan der opnås høje el-virkningsgrader i kraftmaskinerne, fordi CH_4 -forbrændingen sker med ren ilt (uden luftens kvælstof). Endvidere kan røggassens CO_2 -indhold udskilles ved kondensering af røggassens vand-indhold.



Figur 3. Til venstre: Metanforbrug (Br.forbr.) og -produktion (Br.prod.) i perioder med overskydende vindkraft for henholdsvis 'Metansamfunds'-løsningen (røde linier) og LOCUS-anlæg (se figur 1) som funktion vindkraft-effekten for forskellige værdier af varmekonsumet, målt med el-forbruget (= 100) som enhed. De stiplede linier (Kedel 0%) angiver værdierne, når hele KV-værkernes varmeproduktion sker i kraftmaskinerne, de fuldt optrukne linier (Kedel 100%), når hele varmeproduktionen sker i kedler.

Til højre: De tilsvarende relative formindskelser af brændselsforbruget, angivet ved R-værdierne, $R = (\text{Netto-formindskelse af brændselsforbrug}) / (\text{Vindkraft-effekten})$.

Der er regnet med følgende nyttevirkningstal: Kraftmaskiner el= 0,40, varme= 0,55; Elektrolyse 0,90; Metanisering: 0,85. Varmepumpeeffektfaktor 3,3.