

Fjernvarme i forandring

Omstillingen til vedvarende energi i økonomisk perspektiv

Djørup, Søren Roth

DOI (link to publication from Publisher):
[10.5278/vbn.phd.engsci.00137](https://doi.org/10.5278/vbn.phd.engsci.00137)

Publication date:
2016

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Djørup, S. R. (2016). *Fjernvarme i forandring: Omstillingen til vedvarende energi i økonomisk perspektiv*. Aalborg Universitetsforlag. <https://doi.org/10.5278/vbn.phd.engsci.00137>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

FJERNVARME I FORANDRING

**OMSTILLINGEN TIL VEDVARENDE ENERGI
I ØKONOMISK PERSPEKTIV**

**BY
SØREN DJØRUP**

DISSERTATION SUBMITTED 2016



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

FJERNVARME I FORANDRING

OMSTILLINGEN TIL VEDVARENDE ENERGI I ØKONOMISK PERSPEKTIV

af

Søren Djørup



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Ph.d. indleveret: 5. september, 2016.

Ph.d. vejleder: Professor Frede Hvelplund,
Aalborg Universitet

Ph.d. bedømmelsesudvalg: Professor Poul Østergaard (chairman)
Aalborg University
Privat-Dozent Dr. Lutz Mez
Freie Universität Berlin
Professor Tomas Kåberger
Chalmers University of Technology

Ph.d. serie: Faculty of Engineering and Science, Aalborg University

ISSN (online): 2246-1248
ISBN (online): 978-87-7112-787-4

Udgivet af:
Aalborg Universitetsforlag
Skjernvej 4A, 2. sal
9220 Aalborg Ø
Tlf. 9940 7140
aauf@forlag.aau.dk
forlag.aau.dk

© Copyrigh Søren Djørup

Trykt i Danmark af Rosendahls, 2016

RESUME

Afhandlingen beskæftiger sig med omstillingen til en 100 procent vedvarende energiforsyning i et økonomisk perspektiv. Den fokuserer på de institutionelle betingelser, der er nødvendige for en omstilling af fjernvarmesektoren, der kan sikre, at den forbliver en værdifuld del af et vedvarende energisystem.

Den økonomiske tilgang til analysen er baseret på indsigter fra tekniske systemanalyser og adresserer det konkrete, institutionelle niveau af energisystemet. Den tværvideenskabelige tilgang til de institutionelle strukturer viser sig at være vigtig for den økonomiske analyse.

Den energipolitiske dagsorden er domineret af diskussioner om omkostningerne ved vedvarende energi. Med udgangspunkt i litteraturen indenfor teknisk systemanalyse og tilgængelige omkostningsdata, fremhæver afhandlingen, at de samlede systemomkostninger i energiforsyning ikke nødvendigvis ændrer sig signifikant i overgangen fra fossile brændsler til vedvarende energikilder. Mens der ikke opstår nogen væsentlig forandring i omkostningsniveauet, opstår en vigtig økonomisk forandring i omkostningsstrukturen.

Forandringen i omkostningsstrukturen er et resultat af udskiftningen af brændsler med kapital i en vedvarende energiforsyning. Denne substitution indebærer, at investeringsomkostninger stiger, og marginale produktionsomkostninger falder. Som følge heraf vil etablerede energimarkeder, hvor producenterne konkurrerer på de kortsigtede, marginale produktionsomkostninger, blive marginaliseret som indtægtsgrundlag for produktionen.

Ændringen i omkostningsstrukturen afstedkommer to forskellige, men relaterede udfordringer for energipolitikken. For det første indebærer forandringen, at der må udvikles institutionelle strukturer, som kan sikre den økonomiske bæredygtighed af systemet på lang sigt. For det andet udfordrer ændringen i omkostningsstruktur de etablerede økonomiske analyser og mainstream økonomiske ræsonnementer, der er baseret på markedspriser. De marginalomkostningsbaserede priser vil i stigende grad afvige fra de samlede forsyningsomkostninger. Dette medfører, at prisbaserede økonomiske analyser vil blive stadig mindre informerende for den økonomiske politik, hvis ikke direkte vildledende.

Afhandlingen demonstrerer gennem en række case-studier, at indflydelsesrige anvendte samfundsøkonomiske metoder og økonomiske analyser i et kritisk omfang er afledt af prisbaserede analyser. Disse case-studier er alle beskæftigede med elementer af den institutionelle struktur, der påvirker udviklingen af den danske fjernvarmesektor.

Konklusionerne for de forskellige case-studier har to aspekter til fælles. For det første konkluderes det, at de undersøgte institutionelle strukturer ikke understøtter en omkostningseffektiv udvikling. For det andet er det en gennemgående tendens, at de er domineret af snævre, prisbaserede økonomiske analyser, der ikke i tilstrækkeligt omfang inddrager de konkrete, teknologiske og institutionelle elementer. De undersøgte strukturer fejler derfor i forhold til de to grundlæggende udfordringer i den økonomiske politik, der opstår som følge af de økonomiske forandringer i transitionen til et vedvarende energisystem.

Dermed kan den dominerende fortælling om, at den teknologiske omstilling medfører et øget omkostningsniveau blive en selvopfyldende profeti. Hvis den økonomiske analyse ikke er i stand til at erkende og indarbejde den grundlæggende forandring i omkostningsstrukturen, er mulighederne for at designe en omkostningsminimerende, institutionel struktur alvorligt

svækket. Dette vil føre til højere omkostninger, og dermed vil forventningen om, at en vedvarende energiforsyning indebærer et højere omkostningsniveau være opfyldt.

De identificerede svagheder i de anvendte økonomiske analyser er en barriere for en institutionel udvikling, der kan understøtte og drive en omkostningsminimerende, teknologisk forandring. Den teknologiske omstilling kræver institutionelle ændringer, og det kræver en forandring i den økonomiske metode at styre de institutionelle forandringer, som er nødvendige for en omkostningseffektiv, teknologisk omstilling.

I forlængelse af case-studierne udvikles der i afhandlingen nogle specifikke forslag og generelle principper for politikker, der kan understøtte en effektiv ressourceallokering i et vedvarende energisystem. Forslagene omhandler mulige løsninger for afgiftsstrukturen omkring fjernvarmesektoren og skitserer en model for et PSO-system, der kan understøtte en omkostningseffektiv transition.

Afslutningsvis sættes nogle af de vigtigste resultater i et europæisk perspektiv. Dette viser, at efterhånden som nationale energisystemer bliver stadig mere internationalt forbundne, bliver problemstillingerne identificeret i det danske system ikke mindre presserende.

SUMMARY

The thesis is concerned with the transition to a 100 percent renewable energy supply from an economic perspective. It focuses on the institutional conditions for the necessary transformation of the Danish district heating sector into a valuable part of a renewable energy system.

The economic approach to the analysis is based on insights from the technical system analysis and addresses the concrete institutional level of the energy system. Assessing the institutional structure from a cross-disciplinary approach shows to be important for the economic analysis.

The energy political agenda is dominated by discussions about the costs of renewable energy. Taking a point of departure in available cost data and literature on technical system analyses, the thesis highlights that the total costs of the energy supply do not necessarily change in the transition from fossil fuels to renewable energy sources. While changes do not appear at cost level, an important economic change arises in the cost structure.

The change in the cost structure occurs as a result of the substitution of fuels with capital in a renewable energy supply. This substitution implies that investment costs rise and marginal production costs decrease. As a consequence, the established energy markets where suppliers are competing on the short-term marginal production costs will be marginalised as a source of income for production.

The change in the cost structure causes two different but related challenges to the energy policy. First, it implies that the institutional structure must contain supplementing elements which can ensure the long-term economic sustainability of the system. Second, the change in the cost structure challenges established economic analyses and mainstream economic reasoning, which are based on market prices. To an increasing extent, the difference between market prices and total supply costs will diverge. Consequently, economic analyses based on prices only will be less informing for economic policies if not misleading.

Through a series of case studies, the thesis shows that influential applied socio-economic practices as well as influential economic analyses to a critical extent are derived from price-based analysis only. The case studies examine different elements of the institutional structure which influence the development of the Danish district heating sector.

The conclusions for each case study have two aspects in common. First, the existing institutional structures examined do not support a cost-effective development. Second, both cases are dominated by narrow price-based economic analyses. The examined structures thus fail to meet the two challenges of economic policy that arise from the economic change in a renewable energy system.

Thus, the dominant presumption that the transition entails a change in the cost level may be a self-fulfilling prophecy. If an economic analysis is not able to realise and incorporate the fundamental change in the cost structure, the possibilities of designing a cost-minimising institutional structure is severely weakened. This would lead to higher system costs, hence the expectation that renewable energy comes with a higher cost would be fulfilled.

The weakness of the applied economic analyses is a barrier to an institutional change that can support and drive a cost-minimising technological change. The technological transition

requires institutional change, and it requires a change in the economic methodology to manage the institutional change necessary for a cost-efficient technological transition.

In continuation of the case studies, the thesis develops specific proposals and general principles for policies that can support an efficient allocation of resources. The proposals address potential solutions to the tax structure surrounding the district heating sector and sketch a model for a PSO system that may underpin a cost-efficient energy system.

As a concluding section, some of the main findings are put into a European perspective. It shows that as energy systems become more internationally interconnected, the issues raised in the present study of the Danish system do not become less urgent.

INDHOLD

Kapitel 1. Introduktion	9
Kapitel 2. Betragtninger om teoretisk tilgang og skriftets struktur	11
2.1. Skriftets struktur.....	15
Kapitel 3. Økonomisk erkendelse under teknologisk transition.....	19
3.1.1. En coasiansk kritik af økonomisk teori	20
3.2. Samfundsvidenskabernes epistemiske illusion	23
3.2.1. Coasiansk økonomi og den phronetiske samfundsvidenskab.....	24
3.2.2. Opsummerende	25
3.3. Økonomisk forskning som det praktiseres i dette skrift	26
3.3.1. Institutionel økonomi kræver mere end pris-teoretisk intuition	27
3.3.2. Hvad er en omkostning? Teoriapparat for økonomisk analyse	29
3.3.3. Metode for økonomisk erkendelse	34
Kapitel 4. Fjernvarmesektoren i den teknologiske forandring.....	40
4.1. Tekniske potentialer for fjernvarmen i et vedvarende energisystem	40
4.1.1. Fjerde generations fjernvarme i et vedvarende energisystem	42
4.2. Den empiriske udvikling.....	43
Kapitel 5. Hvad er den energiøkonomiske udfordring?	47
5.1.1. Fortællingen om den dyre vedvarende energi og dens handlingsmæssige konsekvenser	47
5.1.2. De basale omkostningsforhold i et Smart Energy System	50
5.1.3. Tilvalg og fravalg i det institutionelle fokus under den teknologiske forandring ...	56
Kapitel 6. Allokering af investeringer i energisektoren.....	59
6.1. Investeringsbeslutninger i fjernvarmesektoren	59
6.1.1. Investeringsbeslutningens selskabsøkonomiske incitamentstruktur	61
6.1.2. Afgiftsstrukturens allokeringsmæssige konsekvenser i fjernvarmesektoren.....	64
6.2. Konkurrence og allokering i kapitalintensive sektorer	67
6.2.1. Allokering af kapital mellem investeringer i produktion og besparelse.....	68
6.2.2. Allokering af kapital mellem investeringer i konkurrerende infrastruktur.....	71
Kapitel 7. Fem cases fra den danske energiøkonomi	74
7.1. Case 1: El-eksportens offeromkostning	74
7.2. Case 2: Kabeløkonomi.....	78
7.2.1. Metode for økonomisk vurdering af udlandsforbindelser	83
7.3. Case 3: PSO-tariffen i et internationalt elmarked	89
7.4. Case 4: Internalisering af eksternaliteter i neoklassisk værditeori: EU-ETS.....	95

7.5. Case 5: Institutionaliserings af institutionsfri økonomiske teori: Eksemplet med skatteforvridningstab	105
7.5.1. Et kommenteret resumé	105
7.5.2. The Institutionalisation of Zero Transaction Cost Theory: A Case Study of the Danish Energy Sector	108
Kapitel 8. Tre økonomiske politikker for et vedvarende energisystem	123
8.1. Politikforslag 1: Reformeret elafgift	123
8.1.1. Dansk resumé	123
8.1.2. Institutional Innovation for Technological Transition: A Taxation Principle for Renewable Energy Systems	126
8.2. Politikforslag 2: PSO-tariffen i et smart energy system	143
8.2.1. Principper for en PSO-tarif i transitionen til et 100 % vedvarende energisystem	143
8.2.2. Kapacitetsproblemet og prioriteringen af PSO-midlerne	149
8.3. Politikforslag 3: Skitse for finansiering af et Smart Energy System	154
Kapitel 9. Energiøkonomi og beskæftigelse	157
9.1. Energipolitikens beskæftigelsesperspektiver	157
9.2. Beskæftigelsesperspektiver for et 100 procent vedvarende energisystem	161
9.3. Opsummerende beskæftigelsesperspektiver for et vedvarende energisystem	166
Kapitel 10. Opsamling og perspektiver	169
10.1. Opsamling på analyserne af det danske energisystem	169
10.2. Perspektiver for en europæisk energiunion	171
10.2.1. Barrierer for en omkostningseffektiv europæisk energiunion	171
10.2.2. Principper for en europæisk omstillingsfond	177
10.2.3. Makroøkonomiske perspektiver af en europæisk omstillingsfond	178
10.3. Prisindeologi i energipolitikken	181

KAPITEL 1. INTRODUKTION

Energisektoren er på vej ind i en fase, hvor vi ikke længere har et fossilt energisystem suppleret med noget vedvarende energi, men et vedvarende energisystem suppleret med noget fossil energi. På sigt er det politiske mål, at også den resterende mængde fossile energi udfases.

Således er fjernvarmen i disse år en energisektor under forandring. Denne forandring er en reaktion på et energisystem i forandring, en forandring, der primært udspringer af store omvæltninger i elsektoren. Ved indgangen til det 21. århundrede, indtrådte det danske energisystem i en ny fase, der er kendetegnet ved to grundlæggende skift.

For det første er der sket en forandring på det tekniske niveau. Efter nogle årtiers teknologisk modning, etablerede vindenergien sig for alvor som et effektivt alternativ til traditionel elproduktion omkring årtusindskiftet. Den fortsatte udbygning af vindkraft medfører et grundlæggende skifte i energisystemets karakter: Et skifte fra fossil lagerenergi til fluktuerende vedvarende energi. De konventionelle brændslers lagringsegenskab, der kan afstemme små og store tidsmæssige forskydninger mellem udbud og efterspørgsel, udfases således i takt med vind- og solenergiens udbygning. Lagring må således findes andre steder i processen mellem produktion og endelige behov.

For det andet blev der fra sidst i 1990'erne til starten af 2000'erne gennemført en reform af den økonomiske organisering af elsektoren. Denne reform går i daglig tale under udtrykket 'liberalisering', og indebærer, at ejerskabet af transmission blev adskilt fra ejerskabet af produktionskapacitet, hvor diversificeret, fortrinsvist kommercielt, ejerskab af sidstnævnte blev sat i direkte indbyrdes konkurrence på en fællesnordisk elbørs.

Denne 'liberalisering' har primært medført, at timebaserede markedspriser, afledt af kortsigtede marginalomkostninger, i princippet bliver det bærende indtægtsgrundlag for elproducerende anlæg samt styrende for den daglige produktionsplanlægning. For den økonomiske analyse indebærer den prisbaserede energipolitik et øget behov for at kunne skelne mellem priser og de underliggende systemomkostninger i tolkningerne af de energiøkonomiske problemstillinger under den teknologiske transition.

Den institutionelle forandring har således haft et historisk sammenfald med den teknologiske forandring. Dette komplicerer problemfeltet, da både de tekniske og institutionelle infrastrukturer har været under forandring. Samtidig fordrer det analytisk klarsyn omkring hvilke udfordringer, der har sit udspring i det teknologiske skifte, og hvilke udfordringer, der har sit udspring i det institutionelle skifte.

De parallelle teknologiske og institutionelle forandringer i elsektoren presser fjernvarmesektoren ud i en tilpasning. Forandring er således uundgåelig, status quo er ikke en mulighed. Dog er resultatet af denne forandringsproces ikke givet, og processen indebærer både store faldgruber såvel som lovende potentialer. To mulige fremtidsscenarier tegner sig for fjernvarmen. Sektoren kan risikere at miste den traditionelle sammenhæng med elsektoren, og ende som afkoblet fra resten af energisystemet. Men fjernvarmen har også potentiale til at blive en både fuldt integreret og vital del af en fremtidig, vedvarende energiforsyning.

Et centralt element i det historiske rationale for fjernvarme har bestået i en effektiv udnyttelse af de fossile brændsler gennem kraftvarme, som dermed har kunnet kompensere for fjernvarmenettets tab. Efterhånden som fortrinsvis vindkraft overtager stadig større dele af elproduktionen, mister fjernvarmen derfor sin traditionelle konkurrencefordel i form af den effektive brændselsudnyttelse.

Indebærer denne konstatering, at fjernvarmesystemet på sigt bør udfases? Nej, ikke hvis sektoren tilpasses en ny systemrolle i det vedvarende energisystem. I skiftet til fluktuerende primær energiforsyning, opstår der et systembehov for integration af vindkraft og energilagring. Fjernvarmesektoren kan potentielt levere omkostningseffektive løsninger på disse systemproblematikker, hvorfor sektorens energiøkonomiske berettigelse stadig vil være til stede.

Denne PhD-afhandling er en del af forskningsprojektet *4th Generation District Heating* (4DH); fjerde generations fjernvarme. 4DH er et forskningsprojekt, der sigter mod at udvikle fjernvarmen i retning af at kunne opfylde en konstruktiv rolle i systemet, da denne udvikling ses som et nødvendigt skridt mod realisering af et 100 procent vedvarende energisystem. I disse år bevæger fjernvarmen sig imidlertid imod et scenarie, hvor de nødvendige investeringer ikke foretages. Denne divergens mellem vision og empiri er skismaet, hvori nærværende forskningsarbejde har sit udspring.

Spørgsmålet bliver således, *hvordan* fjernvarmesystemet re-positionerer sig og dermed bevarer sit energiøkonomiske rationale. Et væsentligt problem er, at de nuværende institutionelle strukturer ikke understøtter den nødvendige forandring i fjernvarmesektoren. En effektiv teknologisk omstilling i energisystemet er afhængig af en forandring af fjernvarmesektoren, og forandringer i fjernvarmesektoren kræver ændringer i den institutionelle struktur.

Både de institutionelle og tekniske forudsætninger for det energiøkonomiske system er i bevægelse. Så meget desto vigtigere bliver det at forstå og inddrage disse forhold i den økonomiske analyse.

KAPITEL 2. BETRAGTNINGER OM TEORETISK TILGANG OG SKRIFTETS STRUKTUR

I dette kapitel vil der blive givet en gennemgang af processen bag det forskningsmæssige arbejde, der bliver præsenteret i dette skrift. Og dernæst dennes sammenhæng med skriftets struktur.

Skriftet omhandler institutionelle og metodologiske¹ lock-in strukturer, der hindrer den teknologiske omstilling til et vedvarende energisystem. I den økonomiske litteratur er *teknologiske* lock-in effekter velkendte og et veletableret teoretisk koncept² (David 1985)(Arthur 1989) m.fl. Givet disse teknologiske lock-in effekter kan radikal teknologisk forandring kræve store investeringer i opbygningen af en ny teknisk infrastruktur. Derimod vil *business-as-usual* under de etablerede markedsstrukturer have vanskeligt ved at føde en radikal teknologisk omstilling. Dette er velbeskrevet i den teoretiske litteratur, især på makroniveau, og i mange forskellige kontekster (Brezis, Krugman, og Tsiddon 1993)(Fagerberg 2016).

I løbet af arbejdet med denne PhD er det blevet klart, at lock-in effekter og behovet for investeringer i ny infrastruktur ikke kun findes på det tekniske niveau. I arbejdet med konkrete energipolitiske problemstillinger i omstillingen af det danske energisystem viser det sig, at den teknologiske forandring også nødvendiggør opbygningen af både en ny institutionel og en ny kognitiv infrastruktur. Hvad der menes med dette, vil blive uddybet i det følgende.

Ligesom teknologiske lock-in er bredt anerkendt, er det heller ikke et ukendt problem i litteraturen, at energisystemets eksisterende institutionelle struktur er tilpasset det fossile teknologiske regime. Det er således bredt anerkendt, at den teknologiske forandring vil kræve en ændring af de institutionelle strukturer, hvor termen institutioner henviser til det regulatoriske niveau³.

Arbejdet i denne PhD er begyndt med udgangspunkt i denne generelle indsigt, at den teknologiske forandring vil kræve en forandring i den institutionelle regulering. Opfattelsen i

¹ Ved "metodologi" forstås ikke "metode". Ved "metode" forstås en konkret fremgangsmåde i en konkret økonomisk analyse. Metodologi omhandler derimod det teoretiske grundlag for de økonomiske teorier, der er grundlaget for konkrete metoder. Fra et metodologisk perspektiv er mainstream økonomisk teori domineret af en række aksiomer, der danner basis for økonomisk teoremer (såsom eksempelvis Coase-teoremet). Hvad der refereres til i denne afhandling er ikke specifikke mainstream økonomiske teorier såsom den neoklassiske arbejdsmarkedsteori eller den neoklassiske vækstteori. Derimod er det fællestrækkene mellem en familie af neoklassiske teorier, der udgør det neoklassiske paradigme; den neoklassiske metodologi. Grænsen mellem økonomisk teori og økonomisk metodologi kan naturligvis være flydende.

² Litteraturen fremhæver blandt andet, at teknologisk lock-in kan opstå, hvis det teknologiske regime er karakteriseret af stiafhængighed og *economies-of-scale*. Dette kan eksempelvis være et produkt af netværks-eksternaliteter (David 1985)(Arthur 1989)(Shapiro og Varian 1999). Resultatet er, at økonomiske beslutningstagere foretager valg i markedet, der ikke nødvendigvis er i overensstemmelse med deres egentlige præferencer (i litteraturen bruger man termen "intrinsic preferences"). Under disse forhold er markedet ikke nødvendigvis i stand til at adoptere de mest efficiente teknologier. Et sådant irrationelt udkomme for systemet, forklares således ikke som et resultat af mangel på rationalitet hos agenten, men som en konsekvens af de strukturer under hvilke agenten foretager sine valg.

³ Der eksisterer meget litteratur på dette område, ligesom der også eksisterer en vis forståelse på det politiske niveau for nødvendigheden af institutionelle forandringer. Nogle få blandt mange referencer på dette er f.eks.(Skatteministeriet 2016a)(Energinet.dk 2009)(Lund et al. 2011).

udgangspunktet var således, at de nye bidrag fra afhandlingen skulle findes i at forene de nyeste indsigter fra den tekniske litteratur med de økonomiske og institutionelle analyser.

De nye indsigter i den tekniske litteratur omfatter indholdet i 4DH-konceptet (Lund, Werner, et al. 2014) og Smart Energy Systems, bl.a. beskrevet i (Mathiesen, Lund, Connolly, et al. 2015a)(Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). Indholdet af disse tekniske aspekter vil blive uddybet i Kapitel 4.

På baggrund af den tekniske litteratur blev der arbejdet med forskellige løsningsmodeller for en ny regulering af fjernvarmesektoren, som kunne understøtte de tekniske potentialer, der er fundet i den tekniske litteratur. Forslaget til en ny elafgift, som beskrevet i Kapitel 8, er eksempelvis et udkomme af denne type arbejde.

I løbet af processen viste det sig at være et tilbagevendende problem, at dagsordensættende og indflydelsesrige økonomiske ræsonnementer, der præger den energipolitiske debat i Danmark, har væsentlige mangler. Disse svagheder dukkede op som et gennemgående tema for en række af de energipolitiske diskussioner, der er relevante for fjernvarmens regulering. Arbejdet med forskellige elementer af den institutionelle struktur formede efterhånden en række cases omhandlende sammenspillet mellem teknologi, institutioner og økonomisk metodologi.

Det blev klart gennem disse case-studier, at omstillingen af energisystemet ikke kun var begrænset af tekniske og institutionelle lock-in, men også af et metodologisk lock-in. Selv om stiafhængighed i de tekno-institutionelle strukturer er et fuldt anerkendt begreb i den teoretiske, akademiske litteratur, er der ikke indbygget en evne i de praktiserede økonomiske analyser til at løsrive sig fra denne stiafhængighed.

Case studierne i Kapitel 7 blev oprindeligt valgt på baggrund af den direkte relevans for fjernvarmens udvikling via det regulatoriske, institutionelle niveau. Men det blev efterhånden klart, at de også var case-studier af den etablerede økonomiske teori anvendt i praksis, og eksempler på at 'de institutionelle barrierer' i ligeså høj grad findes på det kognitive niveau i form af de økonomiske analyser og de 'vedtagne forestillinger', som de økonomiske analyser hviler på.

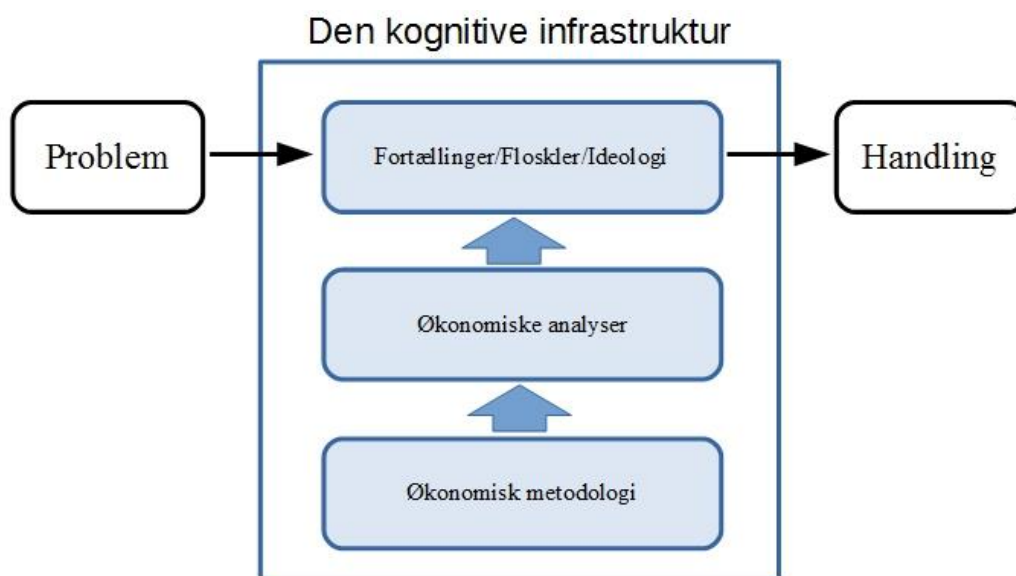
Hvad der indledende blev kaldt 'den kognitive infrastruktur' blev således efterhånden en del af den samlede samfundsøkonomiske infrastruktur, der må tilpasses det fundamentale fysiske skifte fra en brændselsbaseret energisystem til en energiforsyning baseret på vedvarende ressourcer. Der kræves en økonomisk erkendelse af denne forandring for at kunne handle energipolitisk korrekt. Energipolitisk korrekt handling består i at kunne foretage de nødvendige forandringer i den institutionelle infrastruktur, der kan understøtte en omkostningseffektiv udvikling i den teknologiske infrastruktur.

Eksisterende kognitive strukturer viser sig at blokere for en fornuftig udvikling i den institutionelle infrastruktur via 'fortællinger' og 'almindeligt vedtagne forestillinger'. Disse forestillinger og fortællinger betragtes som værende indholdet af den kognitive infrastruktur. Forskningsarbejder bidrager til den kognitive infrastruktur, men spiller også en rolle i forhold til at undersøge, udfordre og forandre eksisterende fortællinger og almindeligt vedtagne forestillinger.

Den kognitive infrastruktur udgør vores tolkning af den eksisterende virkelighed - vores ideologi - og danner basis for handling. I nærværende kontekst den energipolitiske handling.

Almindeligt vedtagne forestillinger, som man umiddelbart accepterer uden nærmere kritik, er nødvendige for det almindelige hverdagsliv i alle samfundsmæssige forhold. Denne delvis ubevidste kognitive infrastruktur er nødvendig for en effektiv organisering af samfundslivet, såvel som på det personlige plan. Hverken på det personlig eller samfundsmæssige plan har man den kognitive kapacitet til konstant at forholde sig kritisk til alle 'selvfølgeligheder'.

Når etablerede fortællinger kommer ude af trit med virkeligheden bliver det til en flokskel.

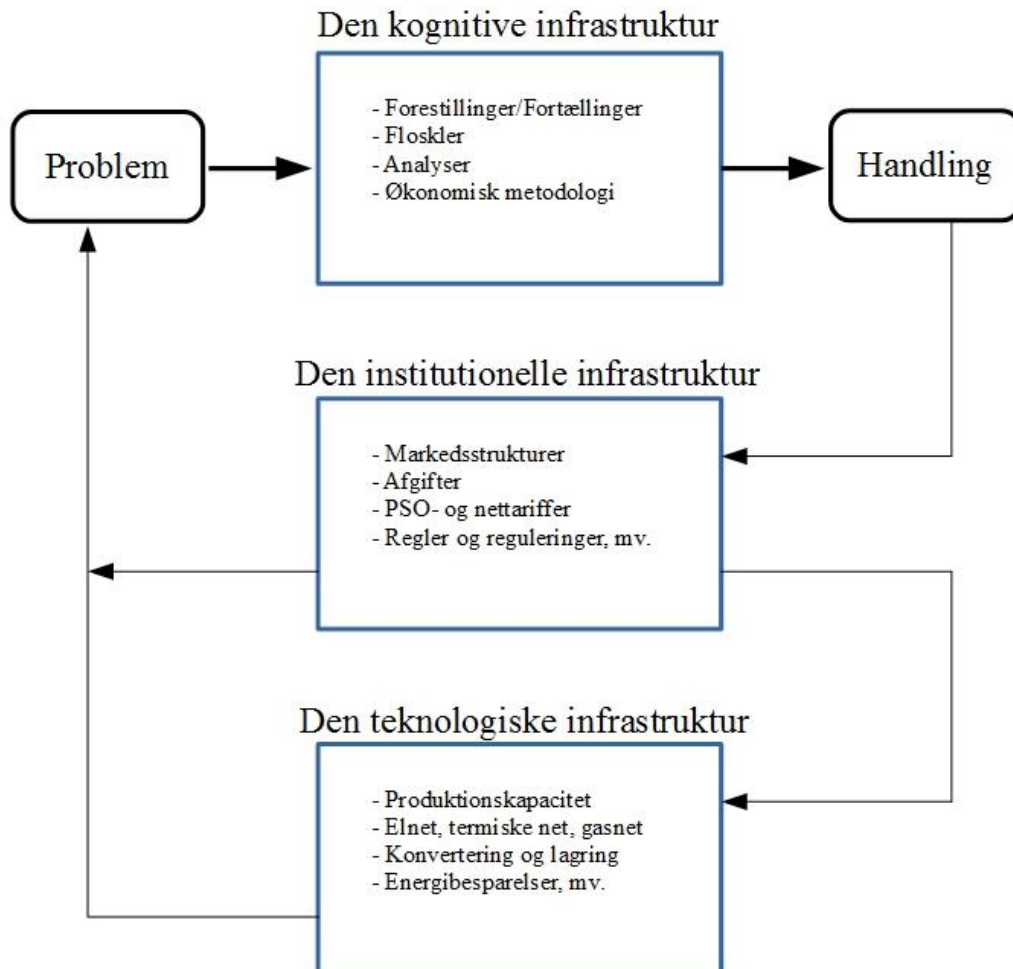


Figur 1: Illustration af betydningen af den kognitive infrastruktur. Et givet problem bliver tolket og analyseret ud fra et sæt af forestillinger. Forestillingerne om den økonomiske organisering er et produkt af økonomiske analyser, som er et produkt af den økonomiske metodologi. På basis af de forestillinger og fortællinger, problemet behandles igennem, kan der handles. Fortællingerne i infrastrukturens øverste boks kan naturligvis være et produkt af meget andet end økonomiske analyser, men det er de samfunds- og energiøkonomiske analyser og fortællinger, der er i fokus i dette skrift.

Fortællinger og forestillinger af særlig interesse i dette skrift vedrører energiøkonomiske analyser og opfattelser. Derfor er den anvendte mainstream økonomisk metodologi blevet et tema af stadig større interesse, efterhånden som arbejdet med de konkrete problemstillinger skred frem. Dette indebærer dog ikke, at det er endt med en rent teoretisk diskussion om økonomisk metodologi. En vigtig metodologisk pointe, som er frembragt i arbejdet, er netop, at økonomiske arbejder så vidt mulig må være funderet i det konkrete niveau.

Det er blevet klart i løbet af arbejdsprocessen, at væsentlige fortællinger og vedtagne forestillinger i den energiøkonomiske arena er blevet farlige i den nuværende transition til et vedvarende energisystem. Dette har formentlig at gøre med den radikale forandring på det teknologiske niveau, som kræver en kritisk opmærksomhed på ikke kun det tekniske og institutionelle, men også det metodologiske niveau i analysen af det energiøkonomiske system.

Som samfundsvidenskabelig forskning generelt, kan økonomiske analyser bidrage til samfundets udvikling ved at forholde sig kritisk til økonomiske institutioner, organiseringer og fortællinger. Men denne konstruktive kritik kræver, at den økonomiske teori og metode formår at løsrive sig fra de selvsamme strukturer. Første skridt mod denne løsrivelse er at være bevidst om strukturerne.



Figur 2: Den samfundsøkonomiske infrastruktur. Den teknologiske omstilling er et sammenspil mellem tre infrastrukturer: den teknologiske, den institutionelle og den kognitive. Den kognitive infrastruktur er basis for tolkning af problemer og handling. Denne energipolitiske handling resulterer i ændringer af den institutionelle infrastruktur i form af markedsstrukturer, afgifter mv. Disse institutionelle ændringer kan i sig selv give anledning til nye problemstillinger, men har også en direkte effekt på udviklingen af den teknologiske infrastruktur. Sammenspillet mellem den institutionelle og teknologiske infrastruktur skaber energiøkonomiske problemstillinger, der så igen behandles af den kognitive infrastruktur. Alle tre niveauer af infrastruktur må behandles kritisk i de økonomiske analyser. Omstillingen til et vedvarende energisystem handler materielt om en radikal forandring af den teknologiske infrastruktur. Men den radikale omstilling kan kun gennemføres hvis den understøttes af de institutionelle og kognitive infrastrukturer.

Som det vil blive uddybet i Kapitel 3, har økonomisk teori i stigende grad søgt mod øget universalisme i teorien og formalisme i metoden. Problemet i denne udvikling er, at de økonomiske analyser som konsekvens mister bevidstheden om og det kritiske blik på de sociale infrastrukturer i form af etablerede organiseringer, institutioner og fortællinger.

Økonomiske analyser er ofte baseret på priser. Fordelen ved prisbaserede analyser er, at de servicerer formalisme, og umiddelbart gør det muligt at gennemføre analyser af omfattende økonomiske systemer relativt omkostningseffektivt. Problemet med prisbaserede analyser er, at priser ikke nødvendigvis bærer nogen information om grundlæggende forandringer i de strukturer, som de observerede priser er et udkomme af.

Et gennemgående træk ved vildledende prisbaserede analyser er, at de ikke i tilstrækkelig grad formår at adskille priser og omkostninger under den teknologiske transition. Derved fungerer de økonomiske analyser ikke som kritiske og informerende iagttagelser af den økonomiske organisering, men bliver i stedet en del af den. Og dermed en del, og sommetider også en forsvarer, af de samfundsmæssige strukturer, der hindrer en effektiv omstilling af energisystemet.

Det er blevet stadigt mere klart gennem arbejdsprocessen, at de prisbaserede analyser medfører et 'kognitivt lock-in'. Dette kognitive lock-in er et produkt af en utilstrækkelig differentiering mellem priser og omkostninger i de økonomiske ræsonnementer. Evnen til at skelne mellem priser og omkostninger svækkes gennem en manglende inddragelse af de specifikke forhold i de institutionelle og teknologiske infrastrukturer. For at bryde med det kognitive lock-in behøves investeringer i forskningsmæssige arbejder, der inddrager de specifikke institutionelle og tekniske forudsætninger.

Mens stoffet oprindeligt blev systematisk udvalgt på baggrund af dens direkte indflydelse på fjernvarmesektorens investeringsbeslutninger (en sammenhæng, der bliver redegjort for i Kapitel 6), er stoffet i stigende grad blevet karakteriseret af at være en række parallelle case-studier af sammenhængen mellem økonomisk metodologi og den tekniske og institutionelle empiri.

En vigtig del af arbejdet har således bestået i at forsøge at genopbygge nogle grundlæggende økonomiske principper, som kan bidrage med nye erkendelser, der kvalificerer den energiøkonomiske analyse. Denne proces har til tider givet en fornemmelse af, at den økonomiske metodologi måtte genopfindes. Men i virkeligheden har der i lige så høj grad, som det vises i Kapitel 3, været tale om en økonomisk metodologi, der er blevet genetableret.

Økonomisk metodologi har således udviklet sig fra i begyndelsen af arbejdet 'blot' at være et redskab for erkendelse til sidenhen at blive en integreret del af det studerede materiale; som et mål for erkendelse.

Denne sammenfletning mellem metode og materiale blev første gang et emne i arbejdet med Case 5, hvor en konkret økonomisk metode implicit er en del af den institutionelle, regulatoriske struktur. Men det blev efterhånden åbenbart, at denne institutionalisering af en bestemt teoriretning er en del af en mere generel tendens i energiøkonomien.

2.1. SKRIFTETS STRUKTUR

I det følgende præsenteres en kort gennemgang af strukturen og indholdet af den resterende del af skriftet.

Kapitel 3: Økonomisk erkendelse under teknologisk transition

I kapitel 3 redegøres for en række teoretiske betragtninger. Disse er på samme tid en forudsætning og et produkt af case-studierne.

Kapitlet består til dels i teoretiske refleksioner over tendenser i den økonomiske videnskab, samt dels en opbygning af en teoretisk og metodisk basis for økonomisk erkendelse af et energisystem i forandring.

Kapitel 4: Fjernvarmesektoren i den teknologiske omstilling

I kapitel 4 redegøres der for den grundlæggende teknologiske forandring, som overgangen til et vedvarende energisystem indebærer og hvilke muligheder det giver for fjernvarmesektoren. Derefter sammenholdes disse tekniske potentialer med de senere års empiriske udvikling.

Kapitel 5: Hvad er den energiøkonomiske udfordring?

I forlængelse af kapitel 4 redegøres der for hvad der opfattes som de væsentligste økonomiske udfordringer i energisektoren. Denne argumentation indebærer blandt andet, at debatten, om hvad den grønne omstilling koster, er relativt uinteressant, da det ikke er i det samlede omkostningsniveau, at den væsentligste forandring finder sted. Dette er i stedet en forandring i omkostningsstrukturen, hvilket medfører, at udkommet af de etablerede institutionelle strukturer forandres.

Kapitel 6: Allokering af investeringer i energisektoren

I kapitel seks uddybes de væsentlige institutionelle betingelser for allokering af investeringer i energisektoren. Først identificeres specifikke institutionelle strukturer, der er bestemmende for investeringsbeslutninger i fjernvarmesektoren.

Dernæst redegøres der for nogle teoretiske overvejelser, der følger af ændringen i omkostningsstrukturen. Ved at sætte disse diskussioner i sammenhæng med to systembærende institutionelle elementer (hhv. PSO- og net-tariffer), vises det, at dette har en væsentlig relevans, ikke bare for investeringsbeslutninger i fjernvarmesektoren, men for udviklingen af hele energisystemet.

Kapitel 7: Fem cases fra den danske energiøkonomi

I kapitel 7 gennemgås fem case studier, hvor sammenspillet mellem teknologi, institutioner og metodologi analyseres kritisk.

Case 1: Eleksportens offeromkostning. Dette case-studie udvikler og illustrerer en simpel metode for evaluering af gældende markedsstrukturer. Metoden anvendes til at vise, at de eksisterende markedsstrukturer producerer en inefficient allokering i energisystemet.

Case 2: Kabeløkonomi. Casen undersøger nogle strukturelle problemer vedrørende investeringsbeslutninger i elnettet, der findes både på det institutionelle og metodiske plan. I et forsøg på at løse op for disse problemer, udvikles og anvendes en alternativ økonomisk metode for vurdering af internationale elforbindelser.

Case 3: PSO-tariffen i et internationalt elmarked. Case-studiet tager fat i en konkret markedsøkonomisk præmis, der præger debatten om PSO-tariffens fremtid. Udover PSO-tariffens direkte relevans for investeringer i fjernvarmen, er det også et case-studie af økonomiske ræsonnementer, der har ledt den energipolitiske debat på vildspor. Problemet

med denne tilgang er, at disse ræsonnementer tager udgangspunkt alene i markedets priser, og ikke forholder sig til de grundlæggende forandringer i teknologi og omkostningsstruktur.

Case 4: Institutionaliserings af den institutionsfrie økonomiske teori: Eksemplet med skatteforvridningstab. Case 4 omhandler CO₂-priserne, der anvendes i den danske energiplanlægning. Dette har eksempelvis indflydelse på de samfundsøkonomiske vurderinger af investeringsalternativer i varmesektoren. Dette er også et case-studie af en metodisk forvirring omkring internalisering af CO₂-udledning i de samfundsøkonomiske analyser. Denne forvirring er karakteriseret ved en ukritisk accept af EU-ETS's priser, og de teoretiske idealer, der ligger bag konstruktionen. Ved en institutionel analyse vises det, at det værditeoretiske fundament for CO₂-værdisætningen er problematisk. Dette vises ved at sætte de institutionelle betragtninger i sammenhæng med en værditeoretisk analyse af den neoklassiske pristeori.

Case 5: Internalisering af eksternaliteter i neoklassisk værditeori: EU-ETS. Dette er et case-studie af det såkaldte skatteforvridningstab, og dets anvendelse i de samfundsøkonomiske beregninger af investeringer i fjernvarmesektoren. Casen er interessant, da det er et eksempel på en direkte institutionalisering af neoklassisk pristeori. Det vises blandt andet, hvordan implementering af generelle teoretiske ræsonnementer fører til det stik modsatte resultat af, hvad der var intentionen.

Fælles for de fem case-studier er, at de afdækker eksisterende økonomiske analyser og ræsonnementer, der i for høj grad baserer sig på snævre, markedsidealistiske, prisbaserede analyser og i utilstrækkelig grad formår at ræsonnere økonomisk uafhængigt af det energiøkonomiske systems etablerede strukturer. Fælles for case-studierne er også, at de afdækkede problemer alle modarbejder omstillingen af energiforsyningen. På denne baggrund tegnes et billede af, at den anvendte økonomiske metodologi er et problem for gennemførelsen af den teknologiske omstilling af energisystemet.

Kapitel 8: Tre økonomiske politikker for et vedvarende energisystem

Dette kapitel skitserer nogle bud på konkrete politikker, der kan understøtte omstillingen til 100 procent vedvarende energisystem. Der gives et bud på principper for en ny elafgift samt skitseres nogle principper for en PSO-tarif, der understøtter den teknologiske omstilling. Baseret på disse principper skitseres en basal institutionel struktur for et stabilt økonomisk grundlag for et vedvarende energisystem. En sådan institutionel innovation er nødvendig givet forandringerne i omkostningsstrukturen, som der redegøres for i kapitel 4.

De tre skitserede politikforslag i Kapitel 8 repræsenterer nogle bud på institutionelle løsninger, der kan vride samfundet ud af de bindinger, som findes i de energiøkonomiske analyser såvel som politikker.

Kapitel 9: Energiøkonomi og beskæftigelse

En klassisk energiøkonomisk diskussion omhandler hvorvidt omstillingen til et vedvarende energisystem kan give mere beskæftigelse. I forbindelse med rapporten IDA's Energivision 2050, der beskriver og analyserer et scenarie for et 100 procent vedvarende energisystem, blev der udarbejdet en beskæftigelsesanalyse. Indholdet af denne analyse er gengivet i kapitlet. Dertil gav dette arbejde anledning til en række refleksioner omkring beskæftigelseseffekter og energiøkonomi, som er beskrevet i kapitlet.

Kapitel 10: Opsamling og perspektiver

Kapitel 10 er et opsamlende kapitel for resten af skriftet. For det første konkluderes der på de konkrete energipolitikker, og en række energipolitiske problemstillinger gennemgås. Mange af disse problemstillinger har i løbet af arbejdet vist sig at have et gennemgående europæisk perspektiv, hvorfor problemstillingerne sættes ind i en europæisk sammenhæng.

Dertil samles der op på kritikken af den ”kognitive infrastruktur”, som i arbejdet med case studierne er trådt tydeligere og tydeligere frem. Termen ”prasideologi” lanceres som en beskrivelse af denne kognitive infrastruktur, der gennem det metodologiske niveau optræder som en strukturel barriere for en omkostningseffektiv omstilling til en 100 procent vedvarende energiforsyning.

KAPITEL 3. ØKONOMISK ERKENDELSE UNDER TEKNOLOGISK TRANSITION

Den teknologiske forandring mod et vedvarende energisystem er ikke karakteriseret ved uoverstigelige tekniske udfordringer. De samfundsmæssige udfordringer findes snarere i den politisk-økonomiske proces, der er forbundet med en sådan radikal omstilling af energiforsyningen. Økonomisk analyse må understøtte denne politisk-økonomiske proces ved at bidrage med oplysning af handlemuligheder og mulige konsekvenser af forskellige løsninger. For at kunne servicere denne samfundsmæssige udvikling må den uafhængige, kritiske, økonomisk analyse søge at frigøre sig fra gældende institutionelle og politiske strukturer.

Problemstillingerne må brydes op i den økonomiske videnskabs mindste atom: Omkostningsbegrebet. Dette viser sig dog snart at være nemmere skrevet end gjort, da også denne grundlæggende bestanddel ikke kan adskilles fra etiske, moralske og filosofiske værdispørgsmål. Dertil er 'atomet' særligt ustabil under teknologisk transition. Omkostninger er et produkt af det teknologiske og institutionelle arrangement. Under en teknologisk transition er der derfor brug for særlig opmærksomhed på de grundlæggende elementer i det økonomiske system. Dette er grunden til at dette skrift gennemgår nogle grundlæggende teoretiske overvejelser, inden de egentlige analyser af de empiriske problemstillinger foretages. Samtidig er nødvendigheden af denne økonomiske erkendelses-diskussion også et produkt af de konkrete empiriske cases. De følgende teoretiske overvejelser skal således også ses som et udkomme af forskningsprojektet, som har været en iterativ proces vekslede mellem konkrete problemstillinger og teoretiske overvejelser.

Disse overvejelser er nødvendige, da det er blevet mere og mere klart i arbejdet, at den etablerede mainstream økonomisk teori ikke kan det, som den skal kunne. Analyser fra Finansministeriet, Skatteministeriet, De Økonomiske Råd m.fl. er utilstrækkelige for en reel erkendelse af de økonomiske problemstillinger, der karakteriserer den teknologiske forandring.

Man forsøger således at føre en økonomisk politik uden at erkende den politiske økonomi. Ved 'politisk økonomi' refereres til en forståelse af det økonomiske system som et socialt fænomen, der er produkt af konkrete produktionsteknikker og institutionelle arrangementer. Et sådan system, der bygger på et 'ustabil atom' kan ikke behandles alene gennem universelle teoremer og formalisme. Arbejdet i dette skrift vil ikke gøre brug af formalisme og økonometri. Derimod ligger arbejdet i kvalitative erkendelser. Som det vil blive forsøgt klargjort er omstillingen en kvalitativ forandring og ikke en kvantitativ forandring.

Jeg vil i dette kapitel beskrive de teoretiske og metodiske overvejelser, der udgør det videnskabelige fundament for dette skrift. Den anvendte metode skal møde et behov for uafhængig økonomisk analyse. Ved uafhængig analyse forstås, at man kan frigøre sig fra eksisterende politiske institutioner på det analytiske niveau; det vil sige at den økonomiske analyse kan se bag eksempelvis de eksisterende markedspriser, og forstå hvordan disse markedspriser skabes, og erkende hvilke økonomiske omkostninger systemet producerer.

uafhængigt af de observerbare markedspriser. Forudsætningerne for at lave sådanne analyser er formentlig bedre til stede, hvis man som økonom ikke er en for dybt indlejret del af det økonomiske system, der studeres. Derfor har universiteterne en vigtig rolle i den politiske økonomi, som uafhængig institution, der kan udøve kritik. Det er således ikke forbavsende, hvis analyserne fra universiteterne er i konflikt med analyserne, der kommer fra den økonomiske systems institutioner. Der vil i de følgende kapitler blive stillet spørgsmålstejn ved en række centrale ræsonnementer og metode-praksisser, der er observeret i den danske energiøkonomi og findes hos eksempelvis Finansministeriet, De Økonomiske Råd, Energinet.dk, EU-kommissionen m.fl. Dette skrifts analyser af disse økonomiske elementer bør ikke opfattes som stående over, men snarere udenfor det energiøkonomiske system og dets aktører, og de skal ikke opfattes om bedrevidende, men spørgende, udfordrende og kritiske. Det er synspunktet, at den økonomiske analyse ikke må ekskludere de politiske institutioner, som strukturerer det økonomiske system, fra analysens emnefelt – og samtidig skal den økonomiske analyse være i stand til at kunne frigøre sig fra selvsamme strukturer.

I det følgende vil der først blive udlagt nogle teoretiske og teorihistoriske betragtninger af udviklingen i den økonomiske videnskab, fortrinsvist baseret på en kritik fremsat af Ronald Coase. Senere suppleres denne kritik af Bent Flyvbjergs videnskabsteoretiske kritik af udviklingstendenser i de samfundsvidenskabelige videnskaber.

I forlængelse af kritikken af mainstream økonomi diskuteres og identificeres nogle teoretiske byggeklodser, der bruges til at genetablere en økonomisk metode, der kan assistere den økonomiske erkendelse af aktuelle energipolitiske problemstillinger.

3.1.1. EN COASIANSK KRITIK AF ØKONOMISK TEORI

På den ene side er den økonomiske videnskab ikke nogen objektiv videnskab, der nødvendigvis undergår stadig dybere erkendelser, som tiden skrider frem. På den anden side er der også, naturligvis, opbygget et rigt bibliotek af økonomiske teoretiske og empiriske arbejder, som står til rådighed. En teoretisk arv, der står til rådighed for den samtidige økonomiske erkendelse, og som man bør benytte sig af.

Der er mange forskellige strømninger indenfor økonomisk tænkning. Dette skrift er ikke tænkt i kontekst af et bestemt teoretisk paradigme, men mere i kontekst af en vis pragmatisme. Ved pragmatisme forstås, at der tages udgangspunkt i konkrete institutionelle forhold og konkrete tekniske systemer. Netop i sin pragmatisme kan den måske, delvist retrospektivt, betegnes som Coasiansk.

Nobelprismodtageren Coase leverede efter eget udsagn ”*no innovations in high theory*”, og hans bidrag var efter eget udsagn at påpege elementer i det økonomiske system ”*so obvious...that they have tended to be overlooked*” (Coase 1991). På den anden side, deklarerede den ydmyge mand mindre ydmygt, at konsekvensen af hans bidrag ville ”*...bring about a complete change in the structure of economic theory, at least in what is called price theory or microeconomics.*”(Coase 1991).

Coase's indflydelse i teoriudviklingen har været paradoksal. På den ene side har hans indflydelse været enorm (Lee 2013)(Epstein 2013)(Gershman 2013). På den anden side kan denne indflydelse i et ikke uvæsentligt omfang henføres til, at han i mange sammenhænge er blevet totalt misforstået. En manifestation af denne misforståelse er det berømte Coase-

teorem, der ikke er formuleret af Coase selv (Coase 1991), og nærmest er at betragte som antitesen til Coasiansk metode (Coase 1981)(Medema 2013). Coase-teoremet kan eksempelvis betragtes som et teoretisk grundræsonnement for EU ETS, hvor CO2-kvoter handles på et marked. Coase-teoremet tager ganske vist udgangspunkt i de første sider af Coase-artiklen *The Problem of Social Cost* fra 1960, men selve teoremet er formuleret af George Stigler (Coase 1991).

Coase-teoremet er en økonomisk teori, der ser bort fra de konkrete institutionelle forhold. Coase's budskab var det modsatte: at den økonomiske teori og metode i højere grad burde tage udgangspunkt i de konkrete institutionelle forhold. Ja, han stiller egentlig grundlæggende spørgsmålstejn ved om de økonomiske analyser, der ikke forholder sig til institutioner, overhovedet kan bidrage i analysen af det økonomiske system. Dertil kan det bemærkes, at Coase's opfordring til at tage at praktisere økonomiske analyser med udgangspunkt i de konkrete forhold i høj grad er blevet videreudviklet på et teoretisk og abstrakt plan, men i mindre grad er blevet praktiseret i den anvendte økonomiske analyse. Mens Coase er anerkendt teoretisk, både hos dem der forstod ham og dem der ikke gjorde, og er blevet hædret med Nobelprisen i økonomi, har han kun haft ringe indflydelse i praksis. Der er imidlertid brug for denne type økonomiske arbejder under den igangværende teknologiske transition. Derfor er det relevant at trække Coase arbejder frem fra teorihistoriens bibliotek.

Hvad er coasiansk metode? Medema fremhæver, at Coase "*emphasised a combination of case studies and intuitive price-theoretic analysis*" (Medema 2013). Dette synes også at være en passende beskrivelse for tilgangen i dette skrift.

Dette metodiske udgangspunkt må sættes i sammenhæng med andre økonomiske strømninger. Udviklingen i mainstream økonomisk metode samt politisk økonomi, i det omfang disse to begreber kan adskilles, har været præget af en række paradoksale og modsatrettede tendenser.

I dele af litteraturen har man påpeget det tilsyneladende paradoks, at mens politik bliver stadig mere økonomiseret, er det økonomiske fag blevet stadig mere depolitiseret (Swyngedouw 2011b). Ved begrebet depolitisering forstås, at det økonomiske systems institutioner bliver ekskluderet fra analysen. Depolitisering af den politiske økonomi, har muliggjort, at diskussion af mulige politiske løsninger i stigende grad afløses af 'expert knowledge' i processen for udformningen af politik (Swyngedouw 2011b)(Sloterdijk 2005). I en senere case, beskrives det eksempelvis hvordan væsentlige investeringer i energisystemets infrastruktur foretages og legitimeres på baggrund af samfundsøkonomiske beregninger hos Energinet.dk, der ikke er tilgængelige for offentligheden. Dette er et eksempel på en 'lukket' ekspertviden, der kun kan fungere i et demokratisk samfund, hvis den bliver iscenesat og opfattet som en politisk neutral ekspertviden.

Et parallelt paradoks knytter sig til den såkaldte 'økonomiske imperialisme', der henviser til den øgede anvendelse af økonomisk teori på andre traditionelle samfundsvidenskabelige domæner, såsom politik, sociologi og jura. Mens den økonomiske metode har ekspanderet i anvendelsen, har økonomisk metode samtidig været karakteriseret ved en stadig indsnævring af mainstream økonomisk videnskab (Backhouse og Medema 2009).

Ekspansionen af anvendelsen af økonomisk teori kan ikke forklares ved, at det traditionelle felt for økonomiske studier er løbet tør for uløste problemstillinger. Det påpegede Coase i 1978, og det synes stadig at være tilfældet. På den baggrund foreslog Coase, at den økonomiske teoris udvandring til andre arenaer end det økonomiske system simpelthen skyldes selvsamme teoris manglende succes på hjemmebanen (Coase 1978). Følger man en

coasiansk tilgang, skyldes mainstream økonomisk teoris utilstrækkelighed en manglende fundering i kontekstuelle forhold. Det vil sige, at den teoretiske utilstrækkelighed er en konsekvens af indsnævringen af det metodiske grundlag.

Ligeledes forbinder Coase 'den økonomiske imperialism' med den moderne definition af den økonomiske videnskab som en værdineutral 'teknik' eller 'tilgang'. Coase holder modsat fast i, at den økonomiske videnskab må defineres ud fra indholdet: Faget, der studerer det økonomiske system. Det synes klart, som Coase påpeger, at den moderne økonomifagligheds selvforståelse som en universel tilgang, der ikke nødvendigvis er bundet til det økonomiske system, har understøttet dens anvendelse på andre fagområder indenfor samfundsvidenskaberne.

Den fortløbende depolitisering af faget har således været fulgt af en metodologisk indsnævring - eller vice versa. Den stigende teoretiske indsnævring af det metodologiske fundament, hvor eksempelvis konkrete institutionelle forhold eksogeniseres, ledsages også af en stigende depolitisering af den økonomiske videnskab. Løsrevet fra konkrete forhold får økonomiske modeller en mere universel og dermed objektiv karakter. Dette giver en tilsyneladende adræthed, der har muliggjort anvendelsen af de afpillede økonomiske ræsonnementer i andre samfundsvidenskabelige arenaer. Denne tilsyneladende adræthed er imidlertid overfladisk. Universaliteten af den økonomiske metode opnås på bekostning af praktisk relevans. Som sådan lever den videre som en akademisk disciplin, et fænomen som synes at være lig det som Coase har refereret til som 'blackboard economics'; "...an economics where curves are shifted and equations are manipulated, with little attention to the correspondence between the theory and the real world, or to the institutions that might bear on the analysis." (Medema 2013). Problemet er imidlertid ikke kun, at den abstrakte økonomiske forskning isolerer sig fra virkeligheden. Problemet er også, at det anvendes i praksis, da denne 'blackboard economics' mister evnen til at fortælle os noget på et handlingsmæssigt adækvat niveau.

I sit eget arbejde internaliserede Coase det institutionelle niveau gennem transaktionsomkostnings-begrebet (Coase 1998). Coase definerede det empiriske, økonomisk forskningsfelt som 'The institutional structure of production' (Coase 1991), hvilket er et bredere begreb end blot at studere 'markeder', der er pristeoriens emnefelt.

I et teoretisk perspektiv skal dette sættes i sammenhæng med Coase's *The Problem of Social Cost* (Coase 1960). Sociale omkostninger er i denne sammenhæng at opfatte som eksternaliteter. Coase demonstrerer, at markedsprocesser i fravær af transaktionsomkostninger vil udrydde potentielle eksternaliteter. Det vil sige, at hvis priser inkluderer alle omkostninger, vil der ikke opstå uløste sociale omkostningsoptimeringer. Da neoklassikeren ikke adresserer på transaktionsomkostningernes eksistens, bliver de effektivt antaget at være nul i analysen. Konsekvensen af dette er, at neoklassiske modeller ikke kan anvendes til at analysere eksternalitetsproblemer, da eksternaliteter ikke kan logisk eksistere i den anvendte modelverden. Enhver social omkostning er et resultat af positive transaktionsomkostninger. Dette er særligt problematisk under en radikalt teknologisk omstilling, som transitionen til et vedvarende energisystem udgør.

Coase's opfordring har været ganske utvetydig: "My conclusion: Let us study the world of positive transaction costs" (Coase 1991). At studere økonomier med positive transaktionsomkostninger, indebærer dermed også at studere økonomier, der producerer social cost. Jævnfør Coase's definition af omkostninger bliver hans henvisning til sociale

omkostninger reelt en henvisning til sociale offeromkostninger. Offeromkostninger er indkomst, der ikke realiseres.

Opgaven for økonomen må bestå i at afdække alternative muligheder, der kan øge den økonomiske systems effektivitet. Spørgsmålet, der rejses i forlængelse af dette Coasianske teoretiske ræsonnement er: Hvordan finder vi tabte indkomster, som markedet ikke finder? Hvis man i denne proces alene baserer sig på eksisterende transaktioner, dvs. empiriske priser, vil man næppe lykkes med at afdække alternativernes potentiale, men alene forsvare det bestående. En kritisk analyse af det økonomiske system kræver dermed en økonomisk metode funderet i produktionens institutionelle struktur. Dette udgangspunkt i det konkrete er særligt nødvendigt i en teknologisk omstillingstid, hvor der kan opstå nye spændinger og dynamikker mellem produktionens tekniske grundlag og dens omgivende institutionelle struktur. Opdagelsen af de af samfundet oversete offeromkostninger må i denne kontekst være en kerneopgave for den samfundsøkonomiske forskning.

3.2. SAMFUNDSDVIDENSKABERNES EPISTEMISKE ILLUSION

Diskussionerne om den økonomiske forsknings natur og dens rolle, kan sættes i perspektiv af Bent Flyvbjergs videnskabsteoretiske arbejder. Flyvbjerg opridses tre kategorier af forskningsmæssige aktiviteter, som han udleder fra læsning af Aristoteles. Disse tre kategorier er *episteme*, *techne* og *phronesis* (Flyvbjerg 1988) (Flyvbjerg, Landman, og Schram 2016). *Episteme* er en reference til abstrakt og universal teoretisk viden og betragtes ofte som den 'rene' videnskab. *Techne* refererer til håndværk eller teknisk viden, som er en praktisk rationalitet styret af et bevidst mål. *Techne* bliver dermed 'anvendt videnskab'. *Phronesis* adskiller sig fra de to andre kategorier ved at være beskæftiget med analyse (og diskussion) af værdier, mål og interesser. I det epistemiske ideal, som samfundsvidenskaberne ifølge Flyvbjerg har underlagt sig, udreder forskningen generelle og universelle udsagn, som derefter anvendes som *techne*. Dette skal dermed forstås parallelt til den naturvidenskabelige forskning, hvor ingeniøren ved brug af viden om fysikkens love (*episteme*) konstruerer en vindturbine (*techne*). Problemet for den samfundsvidenskabelige forskning i dette ideal er, at det ikke kan realiseres, da de universelle og generelle lovmæssigheder ikke er til stede. Som Coase bemærkede, har indsnævringen af økonomi til en 'teknik' medført, at den økonomiske videnskab har haft en relativ ringe succes med at analysere det økonomiske system (Coase 1978). Men samtidig har denne metodiske indsnævring medført, at økonomi har været i stand til at tilbyde sine samfundsvidenskabelige naboer adgang til hvad Flyvbjerg kalder "den epistemiske illusion". Dette tilbud gøres muligt gennem den indholdsløse, men tekniske økonomiske metode. Den økonomiske teori bliver indholdsløs i den forstand, at de institutionelle strukturer ekskluderes fra analysen. De institutionelle strukturer er netop indholdet i den politiske økonomi. Ifølge Coase er institutioner selve indholdet af det økonomiske system, der studeres⁴. Med Coase's termer øger det omtalte økonomiske videnskabelige paradigme sine markedsandele på grund af sin konkurrencedygtighed. Men som i enhver coasiansk analyse, må vi forstå konkurrencedygtigheden og markedet i den konkrete kontekst: en kontekst vi kan forstå som den epistemiske illusion.

⁴ Eksempelvis skriver Coase i *Economics and Contiguous Disciplines* følgende: "What economists study is the working of the social institutions which bind together the economic system: firms, markets for goods and services, labour markets, capital markets, the banking system, international trade, and so on. It is the common interest in these social institutions which distinguishes the economics profession." (Coase 1978)

Ifølge Flyvbjerg er samfundsvidenskaberne ideal om at blive 'rigtig videnskabelige' som naturvidenskab et livstruende problem. Det vil blot føre til stadig større marginalisering, da den ikke vil have nogen væsentlig praktisk relevans. Flyvbjerg kobler dette direkte sammen en generel trend med stadige beskæringer af forskningsbevillingerne til den samfundsvidenskabelige forskning (Flyvbjerg et al. 2016)(Flyvbjerg 1988).

Det er et tilsyneladende paradoks, at den økonomiske teori på den ene side, som Coase fremhæver, vinder markedsandele i den samfundsvidenskabelige forskning. På den anden side fremhæver Flyvbjerg, at den samfundsvidenskabelige forskning bliver stadig mere marginaliseret. Billedligt kan man måske udtrykke det på den måde, at økonomisk teori stiger i graderne på en synkende skude. Begge tendenser kan kædes sammen med, hvad Flyvbjerg kalder 'den epistemiske illusion'.

Flyvbjerg karakteriserer imidlertid det samfundsvidenskabelige forskningsfelt som værende essentielt phronetisk – ligesom Aristoteles, der ligeledes laver en direkte kobling mellem phronesis og politisk videnskab (Flyvbjerg 1988). Phronetisk forskning beskæftiger sig med "analyse af værdier som udgangspunkt for praktisk handling". Samfundsvidenskaberne kan med udgangspunkt heri beskæftige sig med techne gennem "anvendelse af praktisk rationalitet til løsning af konkrete problemer". Samfundsvidenskaberne burde netop have sin styrke i phronesis, som er et område hvor naturvidenskaberne ikke forsøger at bidrage. Modsat er epistemisk samfundsvidenskab problematisk, ifølge Flyvbjerg, da sådanne analyser ikke kan bidrage til refleksion og diskussion af interesser og værdier. Da naturvidenskaberne ikke har dette som sit forskningsfelt, opstår der hermed et videnskabeligt vakuum. Netop udeladelsen af værdier og interesser synes at kendetegne den kombinerede teknificering og depolitisering af den økonomiske forskning, som der er blevet refereret til tidligere. Flyvbjergs generelle kritik af den samfundsvidenskabelige forskning synes dermed at være parallel til den deklarerede depolitisering af økonomi, som blandt andre Swyngedouw fremhæver (Swyngedouw 2011a).

3.2.1. COASIANSK ØKONOMI OG DEN PHRONETISKE SAMFUNDSDIDENS KAB

Bent Flyvbjerg har påpeget, at rationalitetsbegrebet er blevet indsnævret i humanvidenskaberne⁵, idet man har forsøgt at overtage den naturvidenskabelige teknisk-analytiske rationalitet (Flyvbjerg 1988). Denne observation kan sættes i sammenhæng med de førnævnte observationer af en stadig økonomisering af politik, og den parallelle teknificering af økonomi, som både består i en afpolitisering og en metodisk indsnævring fra at være indholdsdefineret til at blive defineret som en teknik. Tilsvarende bemærker Flyvbjerg et al, at samfundvidenskaberne "...[have] lost sight of what is being studied..." (Flyvbjerg, Landman, og Schram 2013). Dette er også en parallel til Coase's betoning af, at økonomi må definere sig selv som et fag, der studerer det økonomiske system. Det vil sige, at økonomi har et "subject matter", og ikke bare kan reduceres til en approach eller technique.

Ligeledes er der en klar parallel til Coase's arbejder, når Flyvbjerg påpeger, at der ingen grund er til at tro, at de universelle kontekstafhængige elementer, som ligger til grund for *episteme*, eksisterer i humanvidenskaberne. *Episteme* er et begreb, som Flyvbjerg henter fra Aristoteles, og som dækker abstrakt og universel viden. Det synes at være ganske klart, er min

⁵ Ved 'humanvidenskaberne' forstås ikke humaniora, men alle videnskaber, der beskæftiger sig med mennesker og deres indbyrdes liv og relationer, herunder økonomi.

påstand, at hovedparten af mainstream økonomisk forskning er funderet i en episteme-selvforståelse og –ideal. Mainstream økonomisk forskning lider under det fænomen som Flybjerg kalder ”den epistemiske illusion”. Denne konstatering synes at ligge tæt på den coasianske betoning af det kontekstuelle, og den plads de institutionelle forhold ifølge Coase burde have i økonomisk analyse. Coase’s anklager om *blackboard economics* uden forbindelse til *the real world* synes netop at være et opgør med den epistemiske illusion.

Coase synes dog at have en ide om, eller optimistisk tro på, om man vil, at de kontekstuelle studier med tiden ville producere generelle teorier. I en artikel om ”The New Institutional Economics” bemærker han om de ’gamle institutionalister’, hvis udøvere ”...*were men of great intellectual stature, but they were anti-theoretical, and without a theory to bind together their collection of facts, they had very little that they were able to pass on.*”(Coase 1998). Flybjerg (1988) mener, at humanvidenskaberne vedvarende vil have problemer med at blive stabile og kumulative nok til at man kan formulere generelle teorier. I relation hertil konkluderer Scott: ”*The battle between the particular and the general, between the temporal and the timeless, is one that contemporary institutional theorists continue to confront*”(s.5)(Scott 1995).

Synspunktet i denne afhandling er, at det generelle krav er, at man skal arbejde med de konkrete problemstillinger og deres konkrete forudsætninger. Men ved at arbejde med det konkrete, kan det generelle opstå som ”mønstre” og ”tendenser” på tværs af de konkrete problemstillinger, der ofte også behøver konkrete løsninger.

3.2.2. OPSUMMERENDE

Under den dominerende metodologiske udvikling i den økonomiske teori, indtager priser rollen som ’det stabile atom’, der muliggør en epistemisk illusion. Den epistemiske illusion kommer til udtryk i en anvendelse af priser som repræsentant for omkostninger. Denne illusion er særlig problematisk i en omstillingstid.

Den epistemiske illusion har den yderligere svaghed, at den netop består i en illusion om episteme. Dette medfører, at bevidstheden om en kritisk tilgang til ’den kognitive infrastruktur’ svækkes. Den økonomiske videnskabs selvforståelse som en videnskab i episteme kategorien har også den logiske konsekvens, at løbende diskussion og refleksion over de anvendte teories forudsætninger nedtones. Helt konkret fylder undervisningen i teorihistorie generelt mindre på økonomiske uddannelser end den gjorde tidligere, ligesom uddannelserne er blevet kritiseret for at blive stadig mere specialiseret mod formalistiske metoder med en mindre inddragelse af bredere samfundsaglige perspektiver (Kærgaard 2015)(Jespersen 2015).

Buchanan har påpeget, at den økonomiske forskning har mistet blikket for hvilke konkrete institutionelle forhold, der skal være gældende for at markeder er efficiente. Han har påpeget, at tesen om, at markedet er efficient givet nogle specifikke institutionelle forhold er blevet forvekslet med en ukritisk accept af, at alle institutioner, der måtte opstå i et markedsøkonomisk system fører til efficiente markeder (Buchanan 2011).

Denne kritik fra Buchanan er essentielt på linje med kritikken udviklet i dette afsnit, idet den økonomiske metodologi har mistet evnen til kritisk inddragelse af det økonomiske systems institutioner.

Adams Smiths 'usynlige hånd' er blevet til en floskel i den kognitive infrastruktur, der blokerer for kritisk inddragelse og konstruktive analyser af samfundsøkonomiens institutionelle og teknologiske infrastrukturer.

Hvad der behøves er ikke en afvisning, men en uafhængighed fra priser og pristeori. Særligt i en omstillingstid er der behov for at kunne ræsonnere økonomisk - uafhængigt af prissystemet.

3.3. ØKONOMISK FORSKNING SOM DET PRAKTISERES I DETTE SKRIFT

Som gennemgangen af ovenstående teoretiske betragtninger har illustreret, er der sket en økonomisering af politikken, der samtidig har været ledsaget af depolitisering af den økonomiske videnskab, der gennem en metodisk indsnævring har løsrevet sig fra konkrete, kontekstuelle institutionelle forhold. Som sådan har mainstream økonomi søgt at etablere sig som 'en rigtig videnskab'⁶. Denne positionering understøtter økonomien i rollen som objektiv ekspert, der taler i objektive sandheder. Som sådan foregiver mainstream økonomi at være værdineutral og refererer til en *episteme* forståelse af faget.

Humanvidenskab kan med udgangspunkt i *phronesis* fungere som *techne* i forhold til konkrete problemer i samfundet. I rollen som *techne* kan den både være "problemløsende og frigørende", men også "kontrollerende, undertrykkende, legitimerende"(Flyvbjerg 1988).

Som en række af de senere cases er vidnesbyrd om, får den neoklassiske metode ofte en rolle som forsvarer af det bestående, da den ikke stiller spørgsmålstejn ved de konkrete institutionelle forhold, og bliver dermed en hindring for den radikale omstilling af energiforsyningen. Modsat tilbyder det Coasianske paradigme en platform for problemløsende og frigørende økonomisk forskning, netop fordi det opfatter de konkrete institutionelle strukturer som sit 'subject matter'; dvs. som noget, der kan analyseres, påvirkes og laves om.

Den økonomiske videnskab må have et indhold udover at være en neutral *technique* eller *approach*. Indholdet er det økonomiske system, og det økonomiske system består af institutionelle strukturer; hvad Coase benævner *The Institutional Structure of Production*. Heri synes der at være klare paralleller til Flyvbjergs appel om at hive samfundsvidenskaben ud af idealet om *episteme*, og genopdage sig selv som *phronesis*.

Hverken Flyvbjerg eller Coase skriver sig ind i nogen *Grand Theory*. Coase har sine egne arbejder ofte beskæftiget sig med samtidige, konkrete økonomiske cases⁷. Også hans mere

⁶ Dette synes i øvrigt at være underbygget af, at man som økonom i det angelsaksiske uddannelsessystem bliver *MsC in Economics*. Det vil sige, at man får titlen af *Master of Science*, som ellers er forbeholdt de naturvidenskabelige uddannelser. Derimod bliver uddannelsen indenfor *Political Economy*, hvilket i øvrigt ikke er en uddannelse med store markedsdele, dekoreret med det lidt løsere *Master of Arts*.

⁷ F.eks. (Coase, Edwards, og Fowler 1939)(Coase 1935)(Coase 1950)(Coase 1961).

teoretiske arbejder har en case karakter, ofte med udgangspunkt i et tilsyneladende paradoks⁸. Flyvbjerg et al. har formuleret begrebet *tension points* (Flyvbjerg et al. 2016), som også synes at dække over en art paradoks, der afdækker magtforhold. Tension points er defineret som "power relations that are particularly susceptible to *problematization* and thus *change*, because they are fraught with *dubious practices*, *constestable knowledge* and potential *conflict*" (fremhævninger er ikke mine) (s. 3) (Flyvbjerg et al. 2016). Ud fra de eksempler der gives på tension point, synes definitionen at omhandle paradokser eller modsætninger. Blandt flere eksempler fremhæves et studie af Ranu Basu, hvis tension point Flyvbjerg et al. (2016) beskriver som "*How techniques of social policy generate the very problems they were designed to solve.*"

I arbejdet med de energiøkonomiske problemstillinger, er der også opstået paradokser mellem en politik eller økonomiske analyser, der underbygges af prisbaseret økonomisk teori, og en politik-effekt, der skaber netop de problemer, som den økonomiske politik adresserer. Eksempelvis vises det i Case 5, at den økonomiske metode, der adresserer økonomiske forvriddingstab, i sig selv kan medføre forvriddingstab i den konkrete institutionelle kontekst. Ligeledes kan den politiske problematisering af PSO-tariffen som forvridende for den økonomiske allokering netop resultere i reformer, der skaber misallokeringer. Dette eksempel behandles i Case 3. Generelt har studiet af PSO-casen bidraget til en række grundlæggende erkendelser omkring væsentlige energiøkonomiske temaer, hvilket afspejles af, at PSO-tariffen 'dukker op' i flere forskellige diskussioner i skriftet.

Den case-orienterede tilgang anvendes i dette skrift uden at skrive det ind i en stor enhedsteori. Derimod har valget af materiale været bestemt af, at "*the problems tackled [should be those] thrown up by the real world*" (Coase 1984). Flyvbjerg fremhæver, at samfundsvidenskaben som phronesis både kan bidrage til *real world problems* gennem konkrete empiriske studier samt generelle filosofiske overvejelser (Flyvbjerg 1988).

Dette skrift vil afdække både teoretiske paradokser, empiriske udsagn og undersøgelser af konkrete institutionelle forhold. Disse tjener til afdækning af mangler i de økonomiske tankegange omkring den danske energisektor, såvel i den anvendte økonomiske metode, som politikkerne og ræsonnementerne, der retfærdiggør disse politikker. De kan således opfattes som paradigmatisk cases, for at bruge en Flyvbjerg-term, da de afdækker dominerende fortællinger og logikker bag den energiøkonomiske politik.

3.3.1. INSTITUTIONEL ØKONOMI KRÆVER MERE END PRIS-TEORETISK INTUITION

Steven Medema beskrev Coase's arbejder som case-studier tilsat lidt pris-teoretisk intuition. Dette er delvist dækkende for nærværende skrifts metode, men det er også kun delvist dækkende for Coase's arbejder.

Undersøgelsesmetoden i dette skrift bygger på et ganske simpelt teoretisk apparat; offeromkostningsbegrebet. Dette beskedne teoriapparat rækker imidlertid langt i kombinationen med afdækning af de konkrete kontekstuelle forhold. Coase byggede ligeledes, som påpeget af bl.a. Buchanan, på anvendelsen af offeromkostningsbegrebet. Priser udgør kun en delmængde af de producerede offeromkostninger i det økonomiske system. Priser skabes i et marked og afledes derfor af de specifikke markedsinstitutioner. Det er

⁸ F.eks. (Coase 1937)(Coase 1960)(Coase 1974).

således vigtigt at kunne skelne mellem priser og omkostninger i den økonomiske analyse. Kun i den institutionsfrie, neoklassiske analyse er priser altid lig med omkostninger.

Påstanden om, at neoklassisk økonomi er institutionsfri, kan problematiseres. Eksempelvis fremhæver Hvelplund (2005) en række institutionelle forudsætninger, som den neoklassiske analyse er funderet i. Dette inkluderer hhv. nytte- og profitmaksimerende aktører, fuld information og fuldkommen konkurrence. Det er korrekt, at disse forhold er gældende for den neoklassiske analyse (og af afgørende betydning). Men de kan betragtes netop som forudsætninger eksogene til analysen og ikke som institutionelle forhold, der inddrages i den økonomiske analyse. Der er således ikke tale om en egentlig endogenisering af de institutionelle forhold, men snarere en række analytiske antagelser. Hermed fastholdes betegnelsen af neoklassisk analyse som 'institutionsfri'.

Hvad indebærer det, at institutioner forstås som endogene? Det indebærer, at institutioner opstår som en integreret del af det økonomiske system. Deres oprindelse er økonomisk begrundet. Eksempelvis forklares institutionalisering af de officielle retningslinjer for samfundsøkonomisk beregning som et økonomisk fænomen, der opstår på baggrund af den konkrete lovgivning, selv om denne lovgivning i princippet tillader eksistensen af flere konkurrerende, alternative retningslinjer. Argumentet, der uddybes i Case 5, er kort summeret, at anvendelsen af alternative retningslinjer er forbundet med væsentlige omkostninger for systemets aktører, eksempelvis omkostninger i det juridiske system. Standardisering af den økonomiske metode er dermed en effekt af omkostningsminimerende adfærd. At dette udkomme er et resultat af omkostningsminimerende adfærd, er imidlertid ikke det samme som at sige, at udkommet er optimalt eller hensigtsmæssigt.

Da den neoklassiske analyse opererer med de førnævnte analytiske grundantagelser, bliver konkrete, empiriske institutionelle arrangementer ofte opfattet som forstyrrende i det institutionsfrie teoretiske udgangspunkt. I den neoklassiske analyse vil de konkrete institutioner således ofte fremstå som 'forvridende' og skadelige for det perfekte marked. I dette perspektiv er den neoklassiske analyse strukturelt *biased* mod en eliminering af den analyserede institution, da en sådan eliminering i modellen vil forekomme at kunne give en økonomisk gevinst i form af mere efficient allokering.

Imidlertid må det holdes for øje, at det økonomiske systems institutioner ofte er sociale løsninger afledt af omkostninger – dette synspunkt er en konsekvens af at opfatte institutioner som endogene. Hvis man vil fjerne disse institutioner, må man derfor godtgøre, hvordan disse bagvedliggende omkostninger afholdes, eller alternativt forsvinder, *ex post*. At fjerne konkrete institutioner uden at forholde sig til den bagvedliggende omkostning er dermed at afholde en 'gratis frokost'⁹.

Debatten omkring PSO-tariffen er et eksempel på dette. PSO-tariffen opfattes i en række analyser som en ekstra-omkostning, der pålægges det energiøkonomiske system, og dermed forstyrrer det ideelle udgangspunkt. På den baggrund, beregnes en samfundsøkonomisk gevinst ved at fjerne denne 'meromkostning' fra elsystemet. Modsat eksempelvis el-afgiften, er PSO-tariffen imidlertid funderet i reelle energiøkonomiske omkostninger, der skal dækkes for at sikre energiforsyningens økonomiske bæredygtighed. Illusionen om, at man kan opnå en samfundsøkonomisk gevinst ved at fjerne PSO-tariffen fra energiregningen er dermed en illusion om 'en gratis frokost'. PSO-institutionens rolle belyses yderligere i Kapitel 6, ligesom

⁹ Som det fremgår af utallige økonomiske lærebøger: "There is no such thing as a free lunch" (Bernanke og Frank 2006).

andre problematikker vedrørende PSO-tariffen behandles i Case 3, og en reformering af PSO-tariffen skitseres i Kapitel 8.

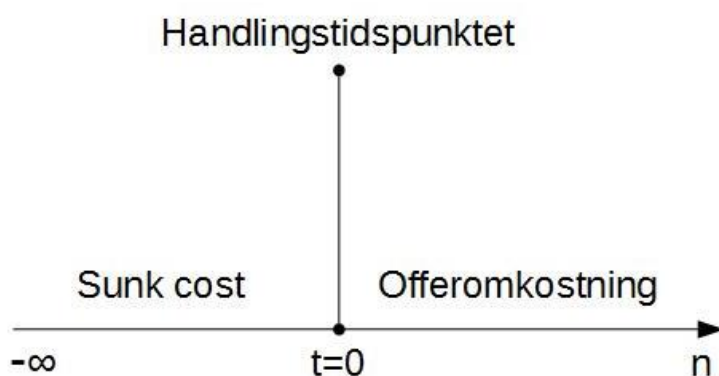
Udover pristeoretisk intuition behøves derfor også et blik for *offeromkostningen*. En egenskab, der især er vigtig under radikal forandring af økonomiske systemer. Et fravær af en dybere forståelse af hvordan markedspriser skabes på baggrund af konkrete institutionelle og tekniske produktionsforhold kan resultere i fejllæsning af prissignalet, som det eksempelvis klargøres i den senere behandling af PSO-problematikkerne. Dette blik for offeromkostningen havde Coase. Det var dette blik, der ledte ham på sporet af transaktionsomkostnings-begrebet: offeromkostningen ved at benytte sig af prismekanismen. Offeromkostningsbegrebet forklares og behandles i afsnittet nedenfor.

Dette skrift er coasiansk i sin tilgang, idet det ved hjælp af et simpelt teoretisk apparat – offeromkostningsbegrebet og lidt pris-teoretisk intuition – foretager økonomiske analyser af cases ved inddragelse af de specifikke institutionelle forhold, der er gældende i den danske energisektor. De valgte cases kan måske også i nogen grad opfattes om *tension points* i Flyvbjerg'sk forstand. Der er i hvert fald tale om det, man kan kalde paradigmiske eller kritiske cases.

3.3.2. HVAD ER EN OMKOSTNING? TEORIAPPARAT FOR ØKONOMISK ANALYSE

Dette afsnits fokus på omkostningsbegrebet tjener til, at oprette et økonomiske teoriapparat, der kan frigøre den økonomiske analyse af fra de eksisterende prisstrukturer – dvs. at frigøre sig fra de eksisterende institutionelle strukturer. At kunne foretage kritiske økonomiske analyser af produktionens institutionelle struktur er det faglige indhold i politisk økonomi.

Der er to typer af fundamentale omkostningsbegreber, som er værd at tage udgangspunkt i. Dette drejer sig om hhv. *sunk cost* og *opportunity cost*. Det første begreb har så vidt vides aldrig fået sin danske oversættelse, mens det andet begreb ofte går under de danske betegnelser *alternativomkostning* eller *offeromkostning*. Sunk cost refererer til fortiden – kun offeromkostningen er relevant for tolkningen af øjeblikkets og fremtidens handlemuligheder.



Figur 2 Grundstruktur for økonomiske valg i tidspunktet for handling. Handlingsmomentet ($t=0$) er omkranset af grundlæggende to typer af omkostningskategorier: sunk cost, som afspejler valg foretaget i fortiden samt offeromkostningerne, som afhænger af konsekvenserne af det valg, der foretages i handlingsmomentet. Den økonomiske levetid af beslutningen, n , repræsenterer tidshorisonten for den økonomiske analyse.

Indenfor energioekonomisk litteratur refereres der ofte til *stranded cost*. Dette er ikke det samme som sunk cost. Stranded cost synes at være et finansielt begreb, der refererer til aktiver, der ikke længere kan dække sine kapitalomkostninger i markedet og dermed er reelt deprecieret. Sunk cost markerer omkostninger, der er irrelevante for aktuelle økonomiske valg. *Stranded cost* er et deskriptivt begreb, mens sunk cost er normativt. Stranded cost beskriver en situation, der er indtruffet, mens sunk cost er handlingsanvisende. Stranded cost kan være sunk cost ud fra en samfundsøkonomisk betragtning, men stadig udgøre et empirisk problem for aktører i det økonomiske system og derigennem have indflydelse i den politiske økonomi. Således kan frygten for at realisere stranded cost have betydning for den politisk-økonomiske adfærd. Det kan være selskabsøkonomisk rationelt for en aktør at forsøge at minimere eller redde sine stranded cost. Derimod kan man ikke genvinde sunk cost – per definition. *Bygones are forever bygones*.

Fælles for sunk cost og offeromkostningen er, at de defineres ud fra den specifikke økonomiske beslutning og forholder sig til de økonomiske handlemuligheder. Offeromkostningen er et fundamentalt begreb for den handlingsinformerende økonomiske analyse. I det følgende afsnit uddybes og diskuteres begrebet.

Offeromkostningsbegrebet

"Any profit opportunity that is within the realm of possibility but which is rejected becomes a cost of undertaking the preferred course of action."(Buchanan 1969)

Ovennævnte citat giver en definition af offeromkostningen. Offeromkostningen er en indtægt, der er forbundet med den økonomiske handling, der fravælges. Den indtægt, der ikke realiseres, bliver en omkostning ved at realisere sit tilvalg. Man *ofrer* altså alternative muligheder i de tilvalg, man foretager; deraf navnet offeromkostning.

James Buchanan har korrekt påpeget, at offeromkostninger aldrig realiseres (Buchanan 1969). I forlængelse heraf kan man hævde, at definitionen af økonomisk inefficiens er tilfælde, hvor offeromkostningen er højere end værdien af den realiserede allokering. Buchanan's anvendelse af offeromkostningsbegrebet er tæt knyttet til subjektivismen og metodisk individualisme. Som sådan har Buchanan fokus på begrebet i dets rolle i forhold til individuel adfærd. Fortolkningen af offeromkostningsbegrebet i nærværende tekst er bredere: At man også kan anvende et kollektivt offeromkostningsbegreb. Ikke som forklaring af kollektiv adfærd, men derimod som et afsæt for udforskning af alternativer til det bestående og som afsæt for udforskning af de alternative handlemuligheder.

I et teoretisk perfekt marked har alle de mulige allokeringer været inddraget i markedslige vægts bagvedliggende beslutningsprocesser. Neoklassikken synes altid at antage, bevidst eller ubevidst, at dette har været tilfældet. Denne ideelle allokering kan forstyrres af, at alle omkostninger ved den realiserede allokering ikke er inddraget i beslutningsprocessen, således at omkostningen ved den realiserede allokering undervurderes i sammenligningen med alternativet (negative eksternaliteter). Et oplagt eksempel af dette er en manglende eller for lav prissætning af CO₂-udledning. Tilsvarende kan fejlallokering være et resultat af en undervurdering af offeromkostningen gennem udelukkelsen af potentielle gevinster ved den alternative allokering.

Offeromkostningen er den relevante omkostning for økonomiske beslutninger. Omkostninger er dermed direkte knyttet til den beslutning, man vil bedømme konsekvenserne af. Omkostningen er *the negative aspect of choice*, som formuleret af James Buchanan (Buchanan 1969). Buchanan gør meget ud af at understrege denne tætte kobling mellem valg og omkostninger. Den metodiske bevidsthed om relationen mellem valg og omkostninger tilskriver han miljøet på London School of Economics i 30'erne og i særdeleshed Ronald Coase (Bertrand 2012). Coase's omkostningsbegreb kommer ifølge Buchanan særligt til udtryk i en artikelserie af Coase fra sidst i 1930'erne, hvor han, efter Coase's egen opfattelse, forsøger at formidle gængse teoretiske omkostningsbetragtninger for praktiserende bogførere i virksomheder. Buchanan har senere initieret en genudgivelse af disse arbejder i redigeret form (Buchanan og Thirlby 1981). Coase bemærker i forordet til den redigerede genudgivelse, at *"...I thought of my articles simply as an exposition of views which were generally accepted by economists"* (Coase 1973), men indrømmer også indirekte, at omfanget af disse 'selvfølgeligheder' var større end han i første omgang havde forestillet sig; *"I...decided to write an introductory section in which I explained the basic concepts being employed. In the event the introductory section took up the whole of the series."*

Vanlige omkostningskategorier såsom faste og variable omkostninger finder Coase irrelevante. Dette indebærer dog ikke, at faste og variable omkostningskategorier ikke kan bidrage i den analytiske proces og er relevante i praksis. Det vigtige aspekt i Coase's udsagn er den kontekstuelle relation til de specifikke økonomiske spørgsmål. I nærværende skrifts tolkning, vil Coase gennem afvisningen af de faste og variable omkostningsbegreber understrege den ubrydelige forbindelse mellem omkostninger og den konkrete økonomiske beslutning, som er under vurdering. *"It is for this reason that I dislike a classification of costs which divides them into 'fixed' and 'variable' costs...The difficulty of using such a rigid classification is that whether a particular category of cost is likely to vary depends solely on the decision which is being taken"* (Coase 1973). De relevante omkostninger for en specifik beslutning er således altid variable omkostninger – eller *avoidable cost*, som Coase udtrykker det. At identificere *de undgåelige omkostninger* er en vigtig del af de institutionelle analyser af den økonomiske organisering, som vil blive foretaget senere i skriftet. Enhver vurdering af en given institutionel struktur må således være meget eksplicit i forhold til hvilken type beslutning, strukturen agerer som institutionel ramme for – eller udtrykt i AAU-termer: hvilket *problem* den institutionelle struktur forholder sig til som en mulig løsning.

Coase opfatter offeromkostningen som det eneste relevante omkostningsbegreb for løsningen af praktiske (selskabs-) økonomiske problemer *"since it concentrates attention on the alternative courses of action which are open to the businessman."* (Coase 1973). I dette skrift hæves denne tilgang fra det selskabsøkonomiske niveau til samfundsøkonomiske niveau. Det vil sige, at det gennem betoning af offeromkostningsbegrebet forsøges, at *concentrate attention on the alternative courses of action which are open to **the society***. Betonningen af offeromkostningsbegrebet er særligt vigtigt i en situation, hvor der skal træffes langsigtede, strategiske valg, som det er tilfældet under omstillingen af energisystemet. Vi står som samfund i en afgørende økonomisk handlingssituation, hvor der skal træffes strategiske valg omkring grundlæggende elementer i det danske energisystem. Derfor behøves et samfundsøkonomisk offeromkostningsbegreb.

Objektive og subjektive omkostningsbegreber

Hævelsen fra det selskabsøkonomiske til det samfundsøkonomiske niveau kan forekomme som en tilforladelig manøvre, men den er ikke ukontroversiel. Analyser af kollektive

muligheder indebærer i realiteten anvendelse af et *objektivt* omkostningsbegreb. En objektiv omkostning kan objektivt observeres, modsat en *subjektiv* omkostning. Netop i omkostningens observerbare karakter ligger nødvendigheden af et objektivt omkostningsbegreb for kollektiv handling. Hvis ikke man som observant kan identificere omkostninger, kan man ikke udarbejde økonomiske analyser af kollektive handlingsmuligheder.

Begrænsningerne i det objektive omkostningsbegreb vil blive identificeret i det følgende. Det er en vigtig metodisk læring, at man i anvendelsen af det objektive omkostningsbegreb er erkendelsesmæssigt begrænset. Nødvendigheden af det objektive omkostningsbegreb opstår i spændet mellem, på den ene side, objektive fælles mål for samfundet, og på den anden side, et imperfekt marked, der ikke kan indfri disse mål.

Priser er offeromkostninger i observerbar form. Som sådan er priser udtryk for et objektivt omkostningsbegreb, men man må holde sig for øje, at priser er udkommet af en markedsproces baseret på individuelle valg. Disse individuelle valg er baseret i subjektive omkostninger. I den neoklassiske tradition er priser altid lig med offeromkostninger, hvorfor neoklassikken i realiteten har realiseret et objektivt omkostningsbegreb i form af priser. Dette teoretiske fundament hviler dog på en (implicit) antagelse om ”perfekte markeder”. Hvor neoklassikken i samtiden ofte blive kædet sammen med neoliberale, markedsbaserede politikker, har den samme metodologi imidlertid også været anvendt som basis for socialistisk, centralistisk planlægning (Hodgson 2012). Denne centralistiske anvendelse af de neoklassiske metodologi muliggøres formentlig af ideen om den antaget objektive karakter af priser.

I et imperfekt marked vil priser ikke afspejle alle offeromkostninger. Det bliver dermed en interessant samfundsøkonomisk opgave at identificere offeromkostninger, der ikke er internaliseret i markedsprocessen. Disse vil selvfølgelig altid være af en hypotetisk karakter, da den beskæftiger sig med alternative virkeligheder.

Som modargument til ambitionen om at afdække alternative virkeligheder, kan man stille spørgsmålstejn ved planlægningens muligheder. Ved planlægning forstås en økonomisk politik, der designes fra ’centralt hold’. Herunder både kollektiv måldefinering såvel som udarbejdelse af virkemidler. En kvalificeret kritik af planlægningens begrænsninger findes hos Hayek (Hayek 1937)(Hayek 1945) (Hayek 1948). Hayeks kritik tager udgangspunkt i planlægningsinstitutionens erkendelsesmuligheder. Denne kritik er dermed funderet i et metodisk udgangspunkt i ufuldkommen information. Heri adskiller den Hayekiske metode sig afgørende fra den neoklassiske, der tager metodisk udgangspunkt i fuldkommen information. Hayeks kritik retter sig mod den centraliserede planlægning, som er afhængig af tilvejebringelsen af information. Den centrale planlægning vil, ifølge Hayek, ikke have mulighed for at indsamle tilstrækkelig information for at kunne allokere effektivt. At omkostningen ved planlægning netop er funderet i informationsproblemer forekommer at være en vigtig pointe. Dette er reelt en kritik af det objektive omkostningsbegreb. Ligesom Buchanan, opererer Hayek reelt med et subjektivt omkostningsbegreb i sin kritik af planlægning. Ved et subjektivt omkostningsbegreb kan de fulde omkostninger ikke observeres af andre end det handlende individ, der foretager sine valg på baggrund af sine præferencer og omgivende omkostningsstruktur. Denne omkostningsstruktur er grundlæggende subjektiv, hvilket indebærer, at de betydende omkostninger for individets økonomiske valg, udover de observerbare priser, ikke kan observeres. Hvis planlægningen ikke kan observere de fulde, betydende omkostninger, har planlægningen heller ikke mulighed for at allokere velfærdsopsummerende. Vi har reelt her at gøre med et

informationsproblem, hvor den samlede relevante information ikke er tilgængelig for nogen økonomisk aktør. Information er distribueret i det økonomiske system og kan, ifølge Hayek, ikke i tilstrækkeligt opfanges og videreformidles til en 'central' organisation, der udøver planlægning over det økonomiske system. Hayeks teoretiske udgangspunkt er således diametralt modsat af den neoklassiske analyse, der i udgangspunktet antager fuld information. Hayek definerer informationsproblemet som selve det økonomiske problem:

To assume all the knowledge to be given to a single mind in the same manner in which we assume it to be given to us as the explaining economists is to assume the problem away and to disregard everything that is important and significant in the real world.(Hayek 1945)

Trods sit diametralt modsatte udgangspunkt, ender Hayek dog, i lighed med neoklassikken, at ryge i *prisfundamentalismens* fælde, da han hævder, at prissignaler indeholder den tilstrækkelige information til at markedsprocesserne kan koordinere effektivt, hvis de blot overlades til sig selv. Ved *prisfundamentalisme* refereres der til antagelsen om, at alle relevante omkostninger altid er inkluderet i priserne. Der findes dog en nuanceforskel mellem Hayeks og den neoklassiske position. Hvor neoklassikken i praksis synes at antage, at priserne inkluderer alle omkostninger, er Hayeks standpunkt måske snarere, at priser repræsenterer den *mindst ringe* mulighed for at erkende omkostninger. I den metodiske praksis synes denne teoretiske forskel dog ofte at forsvinde.

Derudover bærer Hayeks tekster tydeligt præg af den historiske kontekst i 1930'erne, hvor planlægningen var associeret med centralistiske og totalitære systemer. Et planlægningssystem kan imidlertid også være mere decentralt funderet, ligesom mange af efterkrigsårenes mest velhavende lande hverken er marked eller planlægning, men derimod blandingsøkonomier.

Buchanan's begejstring for Coase's tidlige arbejder er i høj grad begrundet i anvendelsen af et *subjektivt* omkostningsbegreb (Buchanan 1969). Coase senere glider over i et objektivt omkostningsbegreb, hvilket for Buchanan forekommer både forbavsende, paradoksalt og beklageligt (Bertrand 2012)(Bertrand 2015). Bertrand bemærker, at Coase benytter et subjektivt omkostningsbegreb i analyserne af selskabsøkonomiske problemstillinger, mens kritikken af økonomisk politik er baseret på et objektivt omkostningsbegreb (Bertrand 2015). Dette er en vigtig observation, der, jævnfør tilgangen i dette skrift, aflyser paradokset. Omkostningens grundlæggende subjektive karakter er en erkendelse, som inspirerer Coase i privat- og selskabsøkonomiske analyser, hvilket tjener til formål at forstå processerne i *the institutional structure of production*.

Den politiske økonomi bør ikke ignorere omkostningens subjektive karakter. Men beslutningsgrundlaget for kollektiv økonomisk politik må imidlertid basere sig på et objektivt omkostningsbegreb. Dette skisma er den økonomiske repræsentation af samfundslivets permanente dilemma mellem individuel frihed og den kollektive nødvendighed. Enhver økonomisk analyse tager ikke skade af at være bevidst om denne dialektik i såvel metode og teori som empiri og virkelighed. At foregive, at den økonomiske analyse kan agere *objektivt, videnskabeligt neutralt* i dette spændingsfelt er en illusion. Bevidstheden om dette skisma bør lede til en eksplicit bevidsthed og transparens om sit eget udgangspunkt, uanset om det har etisk, moralsk eller filosofisk karakter. Med denne ballast kan økonomisk analyse forsøge at bidrage ved at anvise samfundsmæssige handlemuligheder og vurdere konsekvenserne af disse.

Begrænsningen i den neoklassiske samfundsøkonomiske analyse findes i, at den kun orienterer sig efter priser, men ikke kigger bag de konkrete institutionelle forhold sompriserne er afledt af. Fælles for case studierne senere i dette skrift er, at de alle beskæftiger sig med processerne bag de observerbare priser. Dette kan være særligt vigtigt under fundamental teknologisk transition, da de institutionelle forhold ofte ikke vil være tilpasset den teknologiske forandring. Det er således en vigtig samfundsøkonomisk opgave, under den igangværende transition af energisystemet, at analysere relationen mellem de institutionelle forhold og de specifikke teknologier. Og dernæst, med dette udgangspunkt, at udarbejdelsen nye institutionelle strukturer.

3.3.3. METODE FOR ØKONOMISK ERKENDELSE

Typen af økonomisk analyse

To forskellige typer af økonomisk analyse vil blive praktiseret i dette skrift. Det drejer sig (A) dels om den allokeringsmæssige problemstilling omkring anvendelse af knappe ressourcer i forhold til at opnå givne mål. Dels drejer det sig om (B) at forstå interaktionen mellem forskellige 'husholdningsøkonomier', herunder stat, firmaer og forbrugere. Analysetype B analyserer således de koordineringsmæssige udfordringer forbundet med realisering af den hensigtsmæssige allokering, som er emnefeltet for analysetype A.

I dette skrift vil *samfundet* blive opfattet som den vælgende enhed i spørgsmål om aggregeret efficiens. Eller med andre ord vil de samfundsøkonomiske analyser, som der foretages i Case 1&2, søge at kvantificere de allokeringsmæssige konsekvenser af forskellige kollektive handlemuligheder. Dette forudsætter dermed en accept af kollektive mål. Samfundet er naturligvis ikke et subjekt, men det giver stadig mening, at fællesskabet kan træffe kollektive beslutninger. Dette gælder ikke mindst infrastrukturelle investeringer, der kan være karakteriseret ved store kapitalomkostninger. Men det gælder også bredere for de strategiske forsyningspolitikker, hvor eksempelvis afgiftsstrukturer i energipolitikken er bestemmende for udviklingen i produktionskapacitet, og dermed den langsigtede udvikling af energisystemets karakter. Da tekniske forhold kan være væsentlige for realiseringen af synergier, er også dette et område for kollektive valg. Der kan i økonom-lingo være tale om så væsentlige positive og/eller negative eksternaliteter forbundet med de enkelte investeringsbeslutninger, at der er samfundsøkonomiske gevinster at hente ved en kollektiv, koordinerende energipolitik. Som det blev nævnt i introduktionen er det ikke givet, at 'markedet' altid formår at 'vælge' de mest efficiente infrastrukturer (Arthur 1989). Økonomiske allokeringanalyser kan i denne sammenhæng informere fællesskabet om mulige konsekvenser af forskellige kollektive valg. Selv om økonomiske beslutninger tages af individuelle aktører, er rammen for disse valg fastsat af det politiske fællesskab. Statsmagten kan dermed indirekte træffe kollektive valg gennem designet af individers økonomiske valgsituationer, eksempelvis gennem afgiftspolitikker, juridiske forhold mv.

Men i identifikation af hvilke udkomme, der er ønskelige, er det nødvendigt at etablere fælles objektive prioriteringer. Disse fælles objektive mål leder til diskussion om omkostningsbegrebets natur. Det er af afgørende metodisk betydning, at der kan etableres et objektivt omkostningsbegreb i søgen efter det objektivt fælles 'bedste'. Buchanan og Hayek

blandt andre er kritisk overfor etableringen af objektive omkostninger, og hævder, at omkostninger altid er subjektive, som redegjort for i et tidligere afsnit. Derved bliver det vanskeligt, at udarbejde objektive, samfundsøkonomiske analyser af alternative allokeringsmuligheder.

Buchanans tilgang bringer væsentlige svagheder frem ved et objektivt omkostningsbegreb. Men i praksis har det subjektive omkostningsbegreb også sine begrænsninger. Det er svært at forestille sig, at samfundet kan imødekomme store økonomiske tab grænsende til trusler, f.eks. håndtering af klimaforandringer, uden kollektiv handling. Snarere end at acceptere en fuldstændig afvisning af kollektiv, politisk-økonomisk handling, bør kritikken af det objektive omkostningsbegreb snarere stimulere til kontinuerlig refleksion over grænserne for økonomisk erkendelse.

I arbejdet med den anden type økonomisk analyse, analysetype B, analyseres de institutionelle strukturer, der danner rammen om 'husholdningsøkonomiers' valg¹⁰. Der er her tale om et koordineringsproblem. En type husholdningsøkonomi, der i denne sammenhæng er i særlig fokus, er fjernvarmeselskaber. Denne type analyse læner sig dermed mere op af økonomien forstået som en *catallaxy*¹¹. Forståelse af de økonomiske processer som en interaktion mellem uafhængige enheder med forskellige hensigter og forskellige typer af information, ses i dette skrift som en hensigtsmæssig måde at analysere de empiriske processer i det økonomiske system. I sådanne analyser er det vigtigt at erkende, at omkostninger er fundamentalt subjektive og alle (betydende) omkostninger derved kan være vanskelige at observere. Men tilgangen i dette skrift adskiller sig fra Hayek, Buchanan m.fl. ved at turde vurdere det aggregerede udkomme af catallaksien i forhold til nogle erklærede kollektive mål og om nødvendigt justere rammerne for husholdningernes valg med henblik på at bevæge samfundet i retning mod en forestillet virkelighed alternativt til det bestående. Her i er forbindelsen mellem analysetyperne A&B. Nødvendigheden af at vurdere udkommet af catallaksien kritisk skyldes erkendelsen af, at priser ikke er en tilstrækkelig repræsentation af omkostninger under den nuværende teknologiske transition. Eksempler på denne divergens mellem priser og omkostninger vil blive uddybet senere i skriftet.

Der er således en dobbelthed i den analytiske proces, hvor man på den ene side må være i stand til at frigøre sig fra konkrete institutionelle strukturer i søgningen efter kollektive handlemuligheder, og på den anden side arbejde konkret institutionelt i analysen af eksisterende politikker såvel som i udformningen af nye.

Ved anvendelse af den beskrevne analysetilgang, opstår der også en forbindelse til den phronetiske forskning. Netop vurderinger og diskussion af de empiriske processers udkomme i forhold til nogle ønskede værdier eller politiske mål er ifølge Flyvbjerg det område, hvor

¹⁰ Ved 'husholdningsøkonomi' forstås en økonomisk organisation, som ikke allokerer sine interne ressourcer gennem prismekanismen. Virksomheder er eksempelvis 'husholdningsøkonomier', der agerer med andre husholdningsøkonomier gennem markedet. En husholdningsøkonomi er kun styret gennem sine egne budgetter, dvs. oftest privat- og selskabsøkonomiske forhold.

¹¹ Termen 'catallaxy' kommer fra den østrigske tradition, som med henvisning til Aristoteles forstår ordet 'økonomi' som dækkende for en husholdningsøkonomi med et fælles sæt af værdier, interesser og mål. Da østrigerne forstår det økonomiske system som interaktionen mellem forskellige husholdningsøkonomier, foreslås det at erstatte *economics* med termen *catallactics* (Buchanan 1964)(Hayek 1982); interaktionen mellem forskellige husholdningsøkonomier (Backhouse og Medema 2009). Hayek definerer catallaxy som "*the order brought about by the mutual adjustment of many individual economies in a market*"(Hayek 1982).

den samfundsøkonomiske forskning er stærkest. Flyvbjerg et al. (2016) fremhæver fire kritiske spørgsmål for den værdibaserede empiriske forskning.

Det første spørgsmål er *Hvor er vi på vej hen?* I tilgangen i nærværende skrift besvares dette spørgsmål dels gennem observation af den empiriske udvikling, dels gennem projektion af den forventede udvikling på baggrund af de empiriske institutionelle strukturer. Flyvbjergs andet spørgsmål er *Hvem vinder og hvem taber, gennem hvilke magtmekanismer?* Der laves ikke selvstændige konkrete vurderinger af hvilke type aktører, der taber, og hvilke der vinder. Men det indgår implicit, at der bag den observerede empiriske udvikling kan være nogle økonomiske interesser. Ved at foreslå alternativer, vil man potentielt udfordre disse økonomiske interesser. Næsten alle case studierne er beskæftigede med den anvendte økonomiske teori og metode samt de tilhørende logikker og fortællinger, der omgiver de tilvalgte kritiske elementer i det energiøkonomiske system. Man kan som sådan opfatte disse fortællinger som en magtmekanisme. Case studierne klarlægger dog ikke, om disse fortællinger konstrueres og anvendes bevidst af aktører med specifikke intentioner. Casene er alene motiveret af ønsket om at afdække barrierer for den teknologiske transition, hvilket i dette skrift er sammenfaldende med 'den hensigtsmæssige allokering', som udledes fra analysetype A. I nærværende tilgang hænger dette spørgsmål derved til dels sammen både med spørgsmålet om, hvor vi er på vej hen samt Flyvbjergs tredje spørgsmål: *Er det ønskeligt?* Denne type spørgsmål besvares dels gennem analyser af typen A, dels gennem sammenligning med værdier og mål, der er eksogene til analysen, herunder resultater fra litteraturen indenfor teknisk systemanalyse. *Hvad burde gøres?* er Flyvbjergs fjerde spørgsmål. Besvarelsen af dette spørgsmål sker gennem formuleringer af principper for alternative energiøkonomiske politikker,

Analysernes logiske orden kan organiseres i tre successive trin. Denne logiske orden i analysearbejdet er sammenfaldende med tilgangen, der karakteriserer energiforskningsgruppen på Aalborg Universitet (eksempelvis (Lund 2014)).

1) Trin 1: Identificere 'de bedste' allokeringer af knappe ressourcer.

'De bedste' må i denne sammenhæng forstås som forsyning af vedvarende energi på den mest effektive måde. Dette findes gennem konsultering af den tekniske litteratur samt gennem allokeringsmæssige økonomiske analyser; altså analysetype A. På dette trin anvendes objektive omkostningsdata.

2) Trin 2: Analysere hvorvidt gældende institutionelle strukturer understøtter den ønskede allokering.

På dette trin beskæftiger vi os dermed med interaktionen af de forskellige husholdningsøkonomier ('husholdningsøkonomi' skal som tidligere nævnt forstås bredt som inkluderende f.eks. stat, virksomheder og individuelle forbrugere). Dette trin forholder sig dermed til koordineringsmæssige spørgsmål.

3) Trin 3: Udvikle nye institutionelle strukturer, der understøtter 'den bedste allokering'.

Dette trin af arbejdet sker på baggrund af erfaringerne på trin 1&2, og er funderet i en større tværfaglighed end normalt kendetegner mainstream økonomisk analyse.

Afdækning af offeromkostninger

Hvis man accepterer, at 'markedet' ikke er 'perfekt', hvilket ikke forekommer vanskeligt, er det gældende, at markedet kan producere offeromkostninger, som er større end den realiserede indkomst. Den samfundsøkonomiske optimeringsproces i et imperfekt marked må således bestå i at afdække mulige offeromkostninger, dvs. afdække mulige alternative virkeligheder.

Studier i samfundsøkonomisk optimering må dels bestå i at identificere offeromkostninger. Dette kan være af aggregeret karakter ved anvendelse af et objektivt omkostningsbegreb, som det eksempelvis gøres i Case 1 i afsnit 7.1, hvor offeromkostningen ved den nuværende eleksport beregnes. Det kan også være tilfælde, hvor man gennem den konkrete institutionelle analyse kan identificere valgmuligheder for de økonomiske aktører, som den økonomiske teori ikke har endogeniseret. Case 4 i afsnit 7.4 er et eksempel på dette, hvor det fremhæves, at de relevante økonomiske aktører i EU-ETS står i en anden valgsituation end den abstrakte model tilsiger. Derudover består den samfundsøkonomiske forskning også i at konstruere institutionelle strukturer, der stimulerer de økonomiske agenter til på egen hånd at minimere offeromkostningerne. I Kapitel 8 skitseres nogle mulige institutionelle løsninger, der kan tjene til at realisere en hensigtsmæssig allokering i transitionen til et vedvarende energisystem. Eksempelvis gives et bud på en alternativ model for en ny elafgift og et reformforslag for PSO-tariffen.

Der kan skitseres to grundlæggende kategorier af 'oversete' offeromkostninger:

1) *Nogle gange ser vi ikke **eksternaliserede** offeromkostninger. Priser bliver derved fejlfortolket, da de ikke inkluderer de fulde omkostninger ved en given allokering.* Eksempelvis er det bredt accepteret, at man tidligere ikke været opmærksom på CO₂-udledningens skadelige karakter og denne udledning dermed har repræsenteret en eksternalitet.

2) *Nogle gange ser vi ikke **internaliserede** offeromkostninger. Priser bliver derved fejlfortolket, da de afspejler offeromkostninger man ikke er opmærksom på.* Som det eksempelvis klargøres i Case 4, kan den nuværende markedspris på CO₂-kvoter ikke fortolkes som en værdisætning af CO₂-udledningens samfundsøkonomiske omkostning, som det gøres i dansk energiplanlægning. Det skyldes, at kvote-prisen er et produkt af en valgsituation, der ikke opfylder præmisserne for den underliggende værditeori.

Hvordan afdækker man de uerkendte **eksternaliserede** offeromkostninger?

Dette kræver anvendelsen af et objektivt omkostningsbegreb.

Er økonomer egnede til denne opgave? Næppe hvis de kun omgås andre økonomer. De alternative allokeringer kan netop ikke observeres i det økonomiske system, da de kun er fuldkomment repræsenteret i priserne, hvis markedet er perfekt. I et imperfekt marked kræves der derimod tværfaglighed, at kunne identificere alternative handlemuligheder. Uden en vis teknisk viden er økonomer udelukket fra at identificere alternative produktionssystemer. Man vil altid være begrænset i sit udsyn - det er videnskabsmandens lod. Men det må også ligge i den samme videnskabelighed, at man til stadighed bestræber sig på øge sin viden omkring de fysiske forudsætninger i det produktionssystem, der analyseres.

Gennem både tværfaglig og konkret analytisk arbejde er det i højere grad muligt at identificere offeromkostninger. Snævre akademiske økonommiljøer, der ikke er funderet i konkrete tekniske og institutionelle forudsætninger, har derimod vanskeligt ved at identificere disse offeromkostninger¹². Som sådan er det forklarligt, at disse miljøer ofte også er afvisende overfor alternativer til konventionelle markeds politikker. Gennem deres manglende evne til at forstille sig alternative virkeligheder, offeromkostninger, lider de af prismetallisme, dvs. troen på, at priser altid er højere end offeromkostningerne – måske i mangel af bedre.

Heri ligger også en imødegåelse af den hayekiske kritik af det objektive omkostningsbegreb. Hayek har grundlæggende ret i, at observanten vil være begrænset i at identificere betydende omkostninger. På den anden side kræver enhver form for kollektiv handling en udviklet evne til at identificere objektiv inefficiens. Stående overfor denne opgave, er det en meget vigtig metodisk erkendelse for økonomien at indse sit ufordelagtige udgangspunkt. Hvis man som økonom, og dermed som samfund, skal være i stand til at levere kvalificerede analyser på en sådan vanskelig baggrund, må man søge tværfagligheden, og konstant kigge kritisk på økonomens totalitet.

Hvordan afdækker man de uerkendte *internaliserede* offeromkostninger?

Denne opgave må være baseret på et subjektivt omkostningsbegreb. Opdagelsen af disse internaliserede offeromkostninger kræver studier af det konkrete institutionelle niveau. Vi kan ikke forstå aktørernes valgsituation uden at forstå deres konkrete institutionelle kontekst. Den konkrete institutionelle metode skal derved forstås på baggrund af omkostningens subjektive natur.

I den forstand er der ikke noget paradoks i Coase's glidning fra et subjektivt omkostningsbegreb i analysen af selskabsøkonomisk problemstillinger, og hans senere anvendelse af det objektive omkostningsbegreb i de samfundsøkonomiske analyser. Hvor Buchanan, Bertrand m.fl. ser en inkonsistens, kan det også ses som et metodevalg, der afhænger af analysens formål.

Analysens adækvate niveau

Fælles for afdækningen af de forskellige typer offeromkostninger er, at det kræver et vist niveau af konkreted. For de eksternaliserede offeromkostninger kræves viden om konkrete fysiske forudsætninger. Dette kan eksempelvis være viden om sammenhængen mellem CO₂-udledningen og klimaforandringer. Det kan også være viden om forskellige fjernvarmeteknologier, eller viden om vindenergiens alternative anvendelsesmuligheder. For de internaliserede offeromkostninger kræver det viden om de konkrete institutionelle forudsætninger, der sætter rammen for agentens profitmaksimerende (dvs. omkostningsminimerende) valg.

Hvilket niveau af konkreted er tilstrækkelig i disse analyser? Overvejelserne om dette er inspireret af Frede Hvelplunds beskrivelser af samme i *Erkendelse og forandring* (Hvelplund 2005). Svaret på spørgsmålet kan ikke sættes på formel. Det konkrete er ikke kun kontekstafhængig af det empiriske, men også kontekstafhængig af den intentionelle kontekst, dvs. hensigten bag analyser og konkrete politikker. Det adækvate niveau forholder sig til et

¹² Eksempelvis består Finansministeriets medarbejdere næsten udelukkende af økonomer og statskundskabs-uddannede, og størstedelen har en meget begrænset erfaring. Således har 78 procent af medarbejderstaben i Finansministeriet været ansat under 5 år. Kun 7 procent har over 10 års erfaring (Finansministeriet 2014).

defineret problem, som forudsætter en problemanalyse og dermed en *problembevidsthed*. Det intentionelle hænger dermed også sammen med den problembaserede forskning. At finde det adækvate niveau er en proces som er iterativ. Fornemmelsen for det adækvate niveau er dermed erfaringsbaseret.

Intentionen er eksogen til analysen. Markedsorganisation, såvel som alle andre former for økonomiske politikker, bliver dermed reduceret til et middel og ikke et mål i sig selv. Hermed adskiller tilgangen sig også fra andre tilgange til politisk økonomi, som afviser eksistensen af objektive, kollektive mål, som er eksogen til markedet (som det eksempelvis gøres af Hayek).

I imperativet om det adækvate ligger også en indbygget begrænsning ved de generelle økonomiske metoder. De abstrakte, teoretiske økonomiske modeller er tilsyneladende adrætte. Ved 'adræt' forstås, at de teoretiske modellers generalitet gør metoderne umiddelbart anvendelige på mange forskellige emne-områder. Der er således en forbindelse mellem Hvelplunds efterlysning af det 'adækvate niveau' og Coase's kritik af de generelle, formalistiske økonomiske modeller¹³.

Men denne adræthed kommer på bekostning af relevans for det konkrete. Dette hænger dermed også sammen med episteme-kritikken af samfundsvidenskaberne, som Flyvbjerg fremfører.

Der er umiddelbart to forhold, der svækker den adækvate, konkrete institutionelle analyses attraktivitet. For det første er den relativt omkostningstung, da enhver økonomisk problemstilling kræver undersøgelse af de specifikke forhold, der er gældende for netop denne problemstilling. Modsat har en formaliseret, generel økonomisk model så at sige *increasing returns to scale*. Det vil sige, at marginalomkostningen ved at lave nye økonomiske analyser relativt lav, idet man kan (gen)bruge nogle generelle universelle lovmæssigheder. For det andet, betyder analyser på det konkrete niveau, at store dele af arbejdet hurtigt kan forældes, da det empiriske materiale er foranderligt. Ofte samler man dog alligevel en læring og erfaring ved at arbejde på det konkrete niveau, som kan anvendes på andre cases. En erfaring, der både forbedrer intuitionen for det adækvate samt evnen til systematisk at finde det adækvate niveau.

¹³ "This more formal analysis tends to have a greater generality. It may say less, or leave much unsaid, about the economic system, but, because of its generality, the analysis becomes applicable to all social systems." (Coase 1978)

KAPITEL 4. FJERNVARMESEKTOREN I DEN TEKNOLOGISKE FORANDRING

Den økonomiske udfordring, der danner baggrunden for dette skrifts grundlæggende allokeringsmæssige problemstillinger, er dybest set en økonomisk forandring, som følger af udskiftningen af de lagrede fossile energireserver med en fluktuerende, vedvarende energiforsyning. Denne fluktuerende forsyning fra f.eks. vind- og solenergi skaber teknisk-økonomiske udfordringer på både udbudssiden og efterspørgselssiden. Spørgsmålene på udbudssiden vedrører de udfordringer, der opstår i forhold til at have tilstrækkelig back-up kapacitet i elsektoren, når vinden ikke blæser (Sorknæs et al. 2015)(Lund og Mathiesen 2015). Udfordringerne på efterspørgselssiden er til stede i timer, hvor vindkraften producerer mere end det traditionelle elbehov kan dække. Disse udfordringer er baggrunden for anbefalingerne om at integrere el- og varmesektoren ved at indføre varmepumper, termiske lagre, udvidelser af fjernvarmenettet mv. (Lund, Werner, et al. 2014)(Maxwell, Sperling, og Hvelplund 2015). Fjernvarmesektoren spiller derfor en central rolle i denne teknisk-økonomiske omstilling, da det er en vigtig infrastruktur for at integrere den øgede forsyning af vindenergi (Lund et al. 2012)(Lund, Werner, et al. 2014).

Der findes således tekniske potentialer for fjernvarmen i et vedvarende energisystem, når sektorens fossile konkurrencedygtighed forsvinder. I det følgende vil fjernvarmens potentielle rolle i et vedvarende energisystem blive uddybet. Derefter beskrives væsentlige træk i den aktuelle empiriske udvikling. Denne empiriske udvikling divergerer afgørende fra den tekniske ideale udvikling.

4.1. TEKNISKE POTENTIALER FOR FJERNVARMEN I ET VEDVARENDE ENERGISYSTEM

Et forskningsparadigme inden for teknisk systemanalyse har identificeret stor synergi ved at tilgå udfordringerne fra den fluktuerende primærforsyning ud fra en *energisystem*-tilgang (f.eks. (Lund 2014) (Mathiesen, Lund, Connolly, et al. 2015b) (Connolly og Mathiesen 2014)(Ridjan et al. 2013)(Andersen og Østergaard 2015)). Ved *energisystem*-tilgang forstås en analytisk tilgang, hvor udfordringerne fra den fluktuerende vindkraft ikke blot behandles som en udfordring i elsektoren. I stedet inddrager *energisystem*-tilgangen den samlede energiforsyning og energibehov i problemløsningen, dvs. inkluderende både elforbrug, varmebehov og transport. Gennem en sådan bredere tilgang til systemdesign kan det demonstreres, at de samlede energibehov mere effektivt kan opfyldes i et vedvarende energisystem gennem øget integration af el-, varme og transportsektorerne. Dette indebærer, at ikke kun det traditionelle elforbrug, men også varme-, køling- og transportbehov bør forsynes af vindkraft i et vedvarende energisystem. Gennem en sådan integration, hvor vindkraften allokeres på tværs af sektorer, kan *energisystem*ets samlede brændselsforbrug mere effektivt reduceres (Lund 2010).

I traditionelle energisystemer, hvor elbehovet har været dækket af termisk elproduktion, har man i Danmark og en række andre lande udnyttet den tilhørende overskudsvarme ved at distribuere den som varmt vand gennem fjernvarmenettet (Werner og Frederiksen 2013)(Lund

2014). Denne opbygning af kraftvarmekapacitet har bidraget til at reducere brændselsforbruget i varmesektoren ved at erstatte behovet for individuelle varmekedler. Derved har man gennem en integration af varme- og elsektoren reduceret brændselsforbruget i energisystemet.

Efterhånden som kapaciteten af vindmøller og solceller ekspanderer, bliver den traditionelle kraftvarmeproduktion delvist fortrængt, men samtidig opstår nye muligheder for en endnu tættere integration af sektorerne. I stadig flere timer med meget vind vil tilførelsen af vindenergi i elsektoren overstige det traditionelle elforbrug. Hvis elproduktionen overstiger efterspørgslen, vil der være behov for at lukke vindturbiner ned af hensyn til at sikre balancen i elnettet (eller mere specifikt; at holde frekvensen på 50 Hz). Dette vil udgøre et økonomisk effektivitetstab eftersom de kortsigtede marginalomkostninger ved vindkraftproduktion er nul. I stedet for at afbryde vindmøllerne, ville et integreret energisystem kunne udnytte den overskydende vindkraft til at reducere brændstofforbruget i dækningen af varme- (køling) og transportbehov. For dækning af varmebehovet, kan varmepumper konvertere elektricitet til varme med høje virkningsgrader og dermed tilvejebringe store reduktioner i brændselsforbruget. I fraværet af denne interne integrations-infrastruktur, er det danske elsystem nødsaget til at eksportere energien ud af landet, næsten uanset hvilken pris køberne er villige til at betale, idet alternativet er en afbrydelse af møllerne. Den meget lave økonomiske værdi af elproduktionen, som især er gældende, når produktionen er stor, er således et resultat af en udfordragtig forhandlingsposition, hvor udbyderne (de danske vindmøller) ikke har nogen alternative allokeringsmuligheder.

Hvis den overskydende vindenergi distribueres via kollektive fjernvarmenet, kan anvendelsen af centrale varmelagre gøre det muligt at reagere fleksibelt på den fluktuerende elforsyning på en relativt omkostningseffektiv måde (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). Sådanne tekniske arrangementer kan genvinde en stor del af den lagerfunktion, som skiftet til en fluktuerende primær energiforsyning nødvendiggør. Endvidere kan øget elektrificering af transport samt udviklingen af de såkaldte elektrobrændsler¹⁴ gøre det muligt, at reducere brændselsforbruget i transportsektoren gennem udnyttelse af vindenergi. De syntetiske brændstoffer og gasser kan ligeledes lagres omkostningseffektivt (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). Derimod tyder resultaterne i den eksisterende litteratur på, at den teknøkonomiske effektivitet af el-lagring er for lav sammenlignet med de ovennævnte alternativer (Lund og Salgi 2009)(Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

De skitserede tekniske løsninger for et vedvarende energisystem er veldokumenterede i den tekniske litteratur og demonstreret gennem simuleringer. Begrebet *Smart Energy Systems* er i de senere år blevet etableret som beskrivelse for et energisystem, som analyseres og designes i et energisystemperspektiv for at håndtere den fluktuerende primære forsyning, der kendetegner et vedvarende energisystem. Termen lyder som et tidstypisk *buzzword*, men det viser sig at have et reelt fagligt indhold (Mathiesen, Lund, Connolly, et al. 2015b)(Lund 2014). Adjektivet *smart* er meget udbredt i disse år indenfor mange sektorer; smart grid, smart cities, smart production etc. Hvad der synes at være fælles for store dele af smart-familien er et fokus på digitalisering. Der er ofte ikke tale om egentlige paradigmeskift, men snarere en levetidsforlængelse eller opdatering af eksisterende regimer. Et eksempel på dette indenfor energisektoren er termen smart grid, som synes at være et forsøg på forandring uden forandring. Smart grid konceptet adresserer også udfordringerne fra den fluktuerende energiforsyning, men gør dette ud fra et snævert elsektorfokus. Da elsektoren er under pres af

¹⁴ På engelsk *electrofuels*.

de stadig større andele vedvarende energi, forsøges disse ubalancer at håndteres gennem algoritmer og digitalisering uden at lave mere grundlæggende institutionelle forandringer. Kendetegnen for smart energy systems er, at digitalisering ikke er et karakteriserende element. Der er i stedet tale om mere vidtgående tekniske forandringer, der også medfører et behov for større institutionelle forandringer.

De økonomiske analyser, der foretages i dette skrift, tager udgangspunkt i en forståelse af de tekniske forudsætninger baseret på analyser foretaget i simuleringsværktøjet EnergyPLAN¹⁵. Dette gælder primært tekniske scenarier for en fossilfri energiforsyning i Danmark, især CEESA forskningsprojektet (Lund et al. 2011) og IDAs Energi Vision 2050 (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

4.1.1. FJERDE GENERATIONS FJERNVARME I ET VEDVARENDE ENERGISYSTEM

Hvis fjernvarmesektoren skal spille en formålstjenstlig rolle i bestræbelserne på at minimere energisystemets samlede brændselsforbrug, må centrale dele fastholdes, mens andre dele må forandres.

For at besvare spørgsmålet om hvilke dele af fjernvarmen, der må forandres, og hvilke dele, der må bevares, er det nødvendigt at tage sit udgangspunkt i den overordnede analyse for det samlede energisystem, som blev gennemgået i det foregående afsnit.

To grundlæggende fysiske forhold karakteriserer et scenarie, hvor energibehovet dækkes fuldt ud af vedvarende energi. Det første forhold er det allerede omtalte skifte fra lagrede fossile brændsler i form af olie, gas og kul til et system primært forsynet af fluktuerende energikilder såsom vind og sol. Denne ændring i den fysiske grundform resulterer i nye koordineringsmæssige udfordringer for energisystemet, hvor afstemningen mellem udbud og efterspørgsel ikke længere kan trække på de fossile brændselsers indbyggede lageregenskab.

Det andet karakteriserende fysiske forhold vedrører biomassens knaphed. Som supplement til sol og vind vil biomasse også spille en rolle i et vedvarende energisystem. Biomassens primære fortrin er, at den som handelsvarer er en tæt substitut for de fossile brændsler. I lyset af udfordringerne, der afledes af den fluktuerende energi, er det samfundsmæssigt fristende at basere det vedvarende energisystem på biomasse. Eftersom biomassen minder om de fossile brændsler, betragtet som økonomisk gode, har biomassen umiddelbart en konkurrencemæssig fordel under den nedarvede fossile institutionelle struktur. Et energisystem, der hovedsageligt baserer sig på biomasse, ville således umiddelbart være en relativt overkommelig omstilling. Biomassens potentiale som systembærende ressource er dog begrænset af dens langsigtede knaphed. Der er forskellige bud på hvor meget biomasse, der kan stilles til rådighed for energisystemet på bæredygtig vis. Den knappe biomasse må forventes at have vigtige

¹⁵ EnergyPLAN er udviklet af energiplanlægningsgruppen på Aalborg Universitet. EnergyPLAN er et internationalt anvendt værktøj (Energyplan.eu 2016b) til at designe og simulere energisystemer (Energyplan.eu 2016a). Især anvendes det ofte i tilfælde, hvor store andele af vedvarende energi skal håndteres (Østergaard 2015). EnergyPLAN kan anvendes til at simulere et givet energisystem-scenarie på timebasis gennem et helt år. Simuleringen på timebasis er vigtig for den detaljerede analyse af vedvarende energisystemer med store mængder af fluktuerende primær energiforsyning. Endvidere fordrer inddragelsen af det samlede energisystem i modellen, at mulige synergi på tværs af sektorer afdækkes.

anvendelser uden for energisystemet i fremtiden. Dertil er jordknaphed blevet fremhævet som en central udfordring for dansk planlægning i de kommende årtier (Arler et al. 2015).

En række forskellige studier af det danske biomassepotentiale indikerer, at det bæredygtige tilgængelige biomasse er omkring 200-250 PJ (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). Den totale primære energiforsyning summerer til knap 800 PJ i 2015 og forudsættes i Energistyrelsens energiscenarier for 2050 såvel som for IDA's energivision 2050, at blive reduceret til omkring 575 PJ (Danish Energy Agency 2014b)(Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). I IDA's 2050-scenarie udgør biomasse og affald i niveauet 40 procent af den totale primære energiforsyning, mens det resterende energibehov dækkes gennem fluktuerende energikilder. I Energistyrelsens vindscenarie for 2050 er det omtrent omvendt, hvor størstedelen af energiforsyningen dækkes af biomasse- og affaldsressourcer (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

Ved siden af knaphedsdiskussionen er der en del diskussion om, hvorvidt biomassens udledninger bør bogføres som CO₂-neutral - sådan som det gøres i dansk energiplanlægning. Det er dog de knaphedsrelaterede systemmæssige udfordringer, der ligger til grund for behandlingen af biomasse i IDA's tekniske analyser og dermed også i dette skrifts økonomiske betragtninger.

Givet biomassens knaphed bør dens brug i energisektoren økonomiseres. I det perspektiv er det problematisk at bruge de knappe biomasseressourcer på opvarmning, da varme i termodynamisk er en lavværdi energiform. Dertil er varmeenergi forholdsvis rigeligt tilgængelig, bl.a. i form af spildvarme fra industrielle processer og termisk elproduktion. Ved at udnytte biomasse alene for varmeformål, forbruges dermed en ressource, der forventes at have en højere værdi i alternative anvendelser i et vedvarende energisystemer, især for produktion af elektrobrændsler (Ridjan, Mathiesen, og Connolly 2014)(Ridjan et al. 2013).

De tekniske systemanalyser, der har søgt at håndtere ovennævnte to hovedudfordringer, peger imod at fjernvarmesektoren bør bevare og yderligere udbygge sammenhængen med elsystemet. Dette bør dels ske ved at bevare kraftvarmekapacitet til at supplere de fluktuerende ressourcer. Dels bør der installeres store varmepumper i fjernvarmen, som derved kan aftage vindenergi.

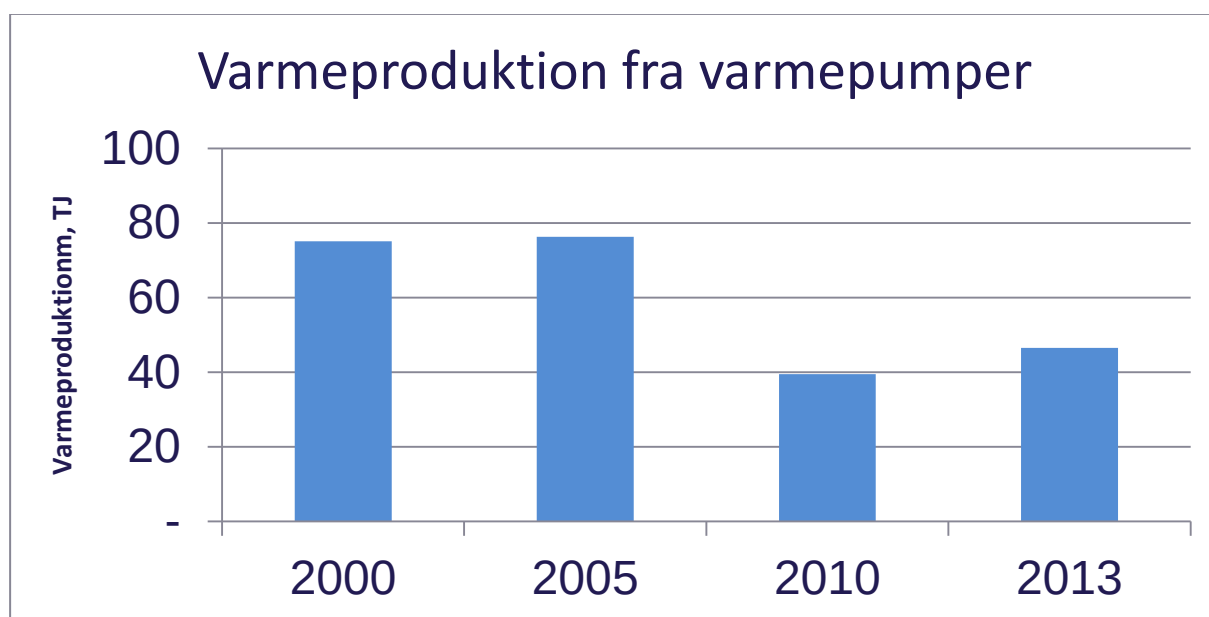
4.2. DEN EMPIRISKE UDVIKLING

Som beskrevet i det indledende afsnit, er mulighederne og de tekniske potentiale veldokumenteret. Imidlertid afviger den aktuelle empiriske udvikling afgørende for de tekniske scenarier. Kapaciteten af vindmøller er ganske vist løbende blevet udvidet. Denne kapacitet har nu nået et niveau, hvor det er nødvendigt at ændre infrastrukturen omkring vindkraften for at kunne aftage den producerede vindenergi. Ud fra et smart energy systems perspektiv, står udviklingen af det danske energisystem ikke blot i stampe, men er også ved at tage fart i den forkerte retning.

Som redegjort for i beskrivelsen af de tekniske scenarier er varmesektoren en potentiel stor aftager af vindenergi. Volumen af det danske varmemarked er i 2016 omkring 55 TWh/år (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). Det forventes, at varmebehovet i fremtidens energisystemer vil forblive af en anseelig størrelse. Selvom det samlede varmebehov forventes at blive reduceret gennem nye lavenergibygninger og renoveringer af den

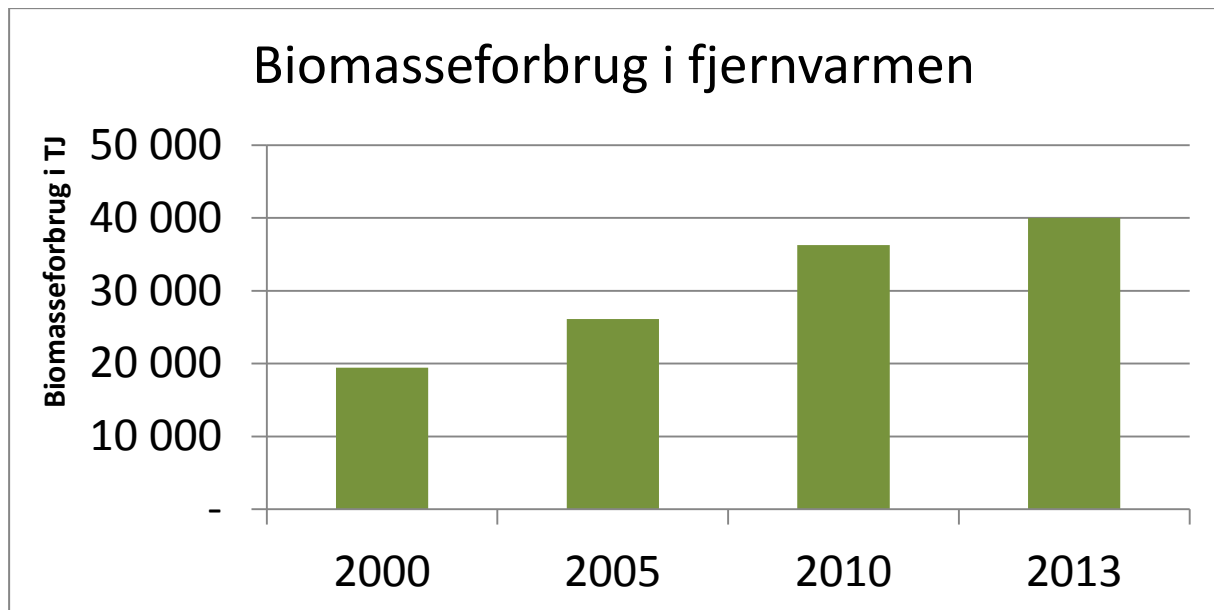
eksisterende bygningsmasse, er besparelspotentialt i varmesektoren begrænset af en forventet stigning i det samlede bygningsareal og et blivende varmtvands-behov udover rum-opvarmning (Lund, Thellufsen, et al. 2014). Forskellige scenarier regner med et fremtidigt varmebehov på omkring 35-40 TWh i 2050 (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015)(Lund et al. 2011)(Danish Energy Agency 2014b)(Energinet.dk 2015c). Varmemarkedet kan derfor betragtes at have et langsigtet potentiale som aftager af vindenergi, og dermed en central del af opbygningen af et smart energy system.

Det er således nødvendigt, at der foretages investeringer i især varmepumper og i nogen grad elkedler med henblik på at realisere den potentielle synergi gennem integration af varme- og elsektorerne. Den seneste statistik fra den danske energisektor afslører, at disse investeringer ikke finder sted.



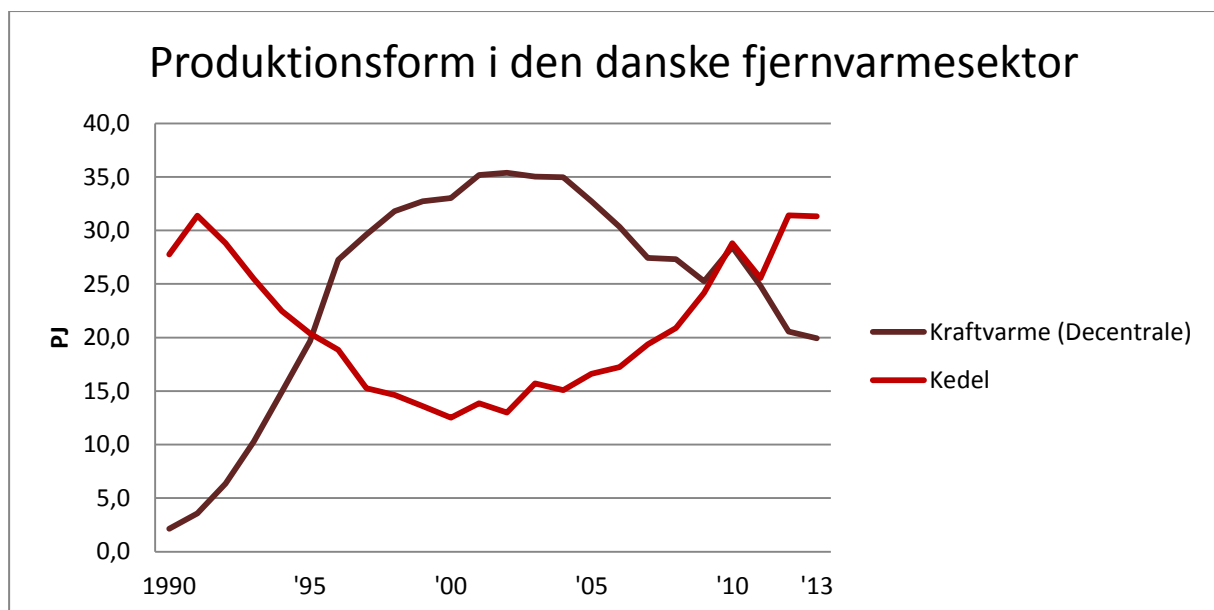
Figur 3: Varmeproduktion fra varmepumper i den danske fjernvarmesektor. Data er fra Energistyrelsen (Danish Energy Agency 2013)

Mens kapaciteten af varmepumper har været mere eller mindre konstant på et meget lavt niveau de sidste 10-15 år, er brugen af biomasseressourcer forøget ganske signifikant i den danske fjernvarmesektor. Den øgede anvendelse af biomasse til varmeformål er problematisk af to grunde. For det første tilbyder biomasseteknologierne ikke den nødvendige fleksibilitet og teknologiske infrastruktur for at fremme integrationen af vindkraft. Denne integration er nødvendig både for at reducere energisystemet samlede brændselsforbrug. For det andet, forbruger det en ressource, der forventes at have en højere værdi for alternative anvendelser i fremtidens energisystemer, som det er redegjort for tidligere i teksten.



Figur 4: Biomasseforbrug i den danske fjernvarmesektor. Data er fra Energistyrelsen (Danish Energy Agency 2013).

Udover en klar bevægelse mod biomasse, viser de empiriske data også, at varmeproduktionen ændrer produktionsform til i stigende grad at foregå med kedler på bekostning af kraftvarme, hvilket yderligere nedsætter systemets samlede brændselseffektivitet. Det reducerede antal driftstimer for kraftvarmeenhederne er ikke overraskende i lyset af det faldende prisniveau på den nordiske elbørs. Den gennemsnitlige spotpris på Nord Pool i Danmark er faldet omkring 55 procent fra 2010 til 2015 (Egne beregninger på baggrund af data fra Energinet.dk). Man kunne måske tro, at faldet i elprisen ville forbedre konkurrenceevnen for el-til-varme konvertering. Men som nævnt er kraftvarmen i vid udstrækning blevet erstattet af den forholdsvis ineffektive kedelproduktion. Det er således en generel og strukturel tendens i den danske fjernvarmesektor, at brændselseffektivitet ikke skaber tilstrækkelig økonomisk værdi.



Figur 5: Udviklingen i produktionsform i den danske fjernvarmesektor. Data er fra Energistyrelsen (Danish Energy Agency 2013).

Traditionelt har et afgørende konkurrenceparameter for fjernvarmesektoren været kraftvarmeteknologien, hvor man har kunnet skabe økonomisk merværdi gennem udnyttelsen af spildvarme fra elproduktion. Efterhånden som kraftvarme udkonkurreres i elmarkedet af især vindkraft, må fjernvarmesektoren finde ny teknisk basis, der giver sektoren en konkurrencefordel. Det er dermed en central iagttagelse, at behovet for integration af vind og varme er gensidig. Dels behøver vindenergien alternative allokeringsmuligheder ved siden af eleksport for at kunne opretholde sin økonomiske bæredygtighed. Men fjernvarmesektoren behøver også vindenergien for at kunne forblive konkurrencedygtig. Ved en integration med vindenergien kan fjernvarmesektoren opretholde sin brændselseffektivitet gennem varmepumper, og skabe ekstra værdi for energisystemet gennem relativ effektiv energilagring. Hvis fjernvarmen derimod i stigende grad går over til kedelbaseret varmeproduktion, mister sektoren sin tekniske konkurrencedygtighed og dermed samfundsøkonomiske berettigelse. En biomassekedel i et fjernvarmesystem er ikke afgørende mere effektiv end individuelle biomassekedler, og dertil har fjernvarmen tab i nettet.

Den nuværende udvikling er en trussel mod fjernvarmesektorens konkurrencedygtighed og dermed og det vedvarende energisystems effektivitet. Udviklingen giver anledning til at undersøge de eksisterende institutionelle strukturer, der er determinerende for investeringer i fjernvarmesektoren. Dette gøres i Kapitel 6.

KAPITEL 5. HVAD ER DEN ENERGIØKONOMISKE UDFORDRING?

Hvad koster den grønne omstilling? Spørgsmålet viser sig ikke at være så interessant. Det relevante energiøkonomiske spørgsmål er *hvor* koster den grønne omstilling. Det følgende kapitel vil demonstrere, at den store, grundlæggende energiøkonomiske ændring i transitionen fra et fossilt til vedvarende energisystem ikke findes i omkostningsniveauet, men derimod i omkostningsstrukturen. Derudover øges den geografiske spredning af omkostningerne, idet produktionen rent fysisk decentraliseres.

5.1.1. FORTÆLLINGEN OM DEN DYRE VEDVARENDE ENERGI OG DENS HANDLINGSMÆSSIGE KONSEKVENSER

When introducing “green” technologies into a power system for generating electricity (wind turbines, for example), the costs of generating electricity, for a variety of reasons, may increase too drastically. Increasing costs could potentially reduce the standard of living of Danish consumers and deteriorate the global competitiveness of Danish industry through increasing producer and consumer prices. Importantly, prices might change to such an extent that the political support for further progress towards a fossil independent society vanishes. In other words, there are important trade-offs between progress towards a fossil fuel independent society and the increase in the production cost of electricity.

(Levitt og Sørensen 2014a)

Som bemærket i Kapitel 3 ”Økonomisk erkendelse under teknologisk transition” er de væsentligste udfordringer ved omstillingen til et vedvarende energisystem ikke af teknisk karakter. Den væsentligste udfordring er at kunne realisere de tekniske potentialer gennem den nødvendige organisatoriske og institutionelle forandring. En vigtig forudsætning for at kunne gennemføre disse forandringer i det energiøkonomiske system er at kunne erkende og identificere de væsentligste økonomiske problemstillinger i udformningen af den energiøkonomiske politik.

En veletableret fortælling inden for den energipolitiske debat er fortællingen om ”den dyre vedvarende energi”, der er en trussel mod den økonomiske velfærd. I den offentlige debat, såvel som i visse faglige skrifter, gives der det indtryk, at den vedvarende energi er forbundet med en betragtelig meromkostning. Det indledende citat indeholder mange karakteriserende udsagn, der fint summerer den dominerende fortælling. Indledende konstateres det, at 1) introduktion af bl.a. vindkraft øger elomkostninger ”drastisk”, og at 2) dette vil gå ud over velfærden og den danske industris konkurrenceevne. Denne sammenhæng kan så 3) risikere, at underminere den politiske opbakning til den vedvarende energi. Opsummerende slås det fast, at der 4) er et ”vigtigt trade-off” mellem produktionsomkostninger og bæredygtighed.

Det indledende citat er fra analysen *The Cost of Producing Electricity in Denmark* (Levitt og Sørensen 2014a), som blev udarbejdet for Rockwool Fonden i 2014. Analysen konkluderer, at vindkraft gør elomkostningen 14 procent dyrere, end hvis man fortsatte med et fossilt system (Rockwool Fonden 2014). Samtidig konkluderer rapporten, at vindkraft er billigere isoleret set end de fossile alternativer. Resultaterne er tilsyneladende baseret på sammensurium af

empiriske estimater og objektive omkostningsdata¹⁶ gennem en metode, der ikke er let gennemskuelig. Analysen estimerer, at vindkraft i 2011 koster 270 kr/MWh. Dette tal er i underkanten af de estimerede vindkraftomkostninger for en 'state of the art' landvindmølle, der er illustreret i Figur 6 og beregnet på baggrund af Energistyrelsens teknologikatalog og en samfundsøkonomisk rente på 4 procent. Det vil ikke være overraskende, hvis Energistyrelsens objektive omkostningsdata rammer lidt ved siden af de faktiske omkostninger. Som nævnt i diskussionen omkring subjektive og objektive omkostningsbegreber i Kapitel 3, er den teoretiske kritik af objektive omkostningsdata netop, at den reelle omkostningsinformation kan være vanskelig at observere. Men det er overraskende, at Levitt og Sørensen når en så lav vindkraftomkostning, eftersom analysen tilsyneladende forholder sig til den empiriske produktion. Den empiriske produktion inkluderer ikke kun "state of the art"-landvindmøller, men også de væsentlig dyrere havvindmøller. Men skulle tro, at de reelle, empiriske omkostninger forbundet ved vindkraft "isoleret set" derved er væsentlig højere end 270 kr/MWh.

Det konkluderes videre, at den totale omkostning ved vindkraft er 58 øre/kWh. Heri er der tilsyneladende indregnet behovet for backup-kapacitet¹⁷. Den totale omkostning for konventionel elproduktion er tilsvarende estimeret til 51 øre/kWh (Rockwool Fonden 2014). Ud fra disse oplysninger, skulle man tro, at de totale danske elomkostninger ville være stigende gennem de senere år og gå mod de 58 øre/kWh, som vindkraften estimeres at koste i rapporten. Ifølge Energinets opgørelser har de samlede elomkostninger inkl. spotpris, PSO-, net- og systemtariffer imidlertid ligget ganske stabilt de senere år med et gennemsnit på omtrent 48,5 øre/kWh fra 2005-2015 (egne beregninger på baggrund af data fra Energinet).

Generelt er det vanskeligt at se, hvad vi skal bruge estimeringer af historiske produktionsdata til, hvis disse data ikke er dækkende for de *avoidable cost*, som er relevante for aktuelle økonomiske problemstillinger. Eksempelvis gøres der meget ud af at estimere historiske kapitalomkostninger som funktion af historiske kapacitetsfaktorer og renteniveauer i (Levitt og Sørensen 2014b) Dette er imidlertid et udtryk for *sunk cost*. Hvad der bør have vores interesse i en handlingsorienteret, økonomisk forskning er *avoidable cost*, dvs. offeromkostningerne "*since it concentrates attention on the alternative courses of action which are open to the businessman.*" (Coase 1973).

Levitt og Sørensen foregiver netop at være informerende for handling, som det fremgår af det indledende citat. Imidlertid er disse oplysninger, der tjener til at informere aktuelle valg, ikke funderet i godtgjorte fremtidige handlemuligheder, men tværtimod i historiske og i sammenhængen irrelevante omkostningsdata. De historiske omkostningsdata er, i det omfang de overhovedet kan identificeres korrekt, et produkt af de specifikke historiske institutionelle og teknologiske forhold.

De Økonomiske Råd har ligeledes regnet på meromkostningen for omstillingen af energisystemet. Modsat Rockwool-rapporten er dette arbejde baseret på forholdsvis detaljerede scenarier for en fremtidig systemløsning. DØR's analyse bygger således på Energistyrelsens vindscenarie. DØR konkluderer, at dette scenarie vil være 16 milliarder

¹⁶ Der refereres til Energistyrelsens teknologikatalog samt data fra energisystem-modellen Balmorel.

¹⁷ Der argumenteres bl.a.: "Der er især én årsag til, at vind gør elektriciteten dyrere. Nemlig, at vindenergi skaber et kompliceret behov for forsyningsikkerhed, hvilket påvirker omkostningen ved at drive de konventionelle anlæg. Isoleret set er vind ikke en dyr produktionsform "I Danmark har vi kapacitet til at dække vinden af, når det ikke blæser," siger professor Anders Sørensen fra CEBR, der står bag undersøgelsen: "Vi har et back-up-system, der leverer el, når det er vindstille. Vi har altså en massiv overkapacitet – og det koster."..." Citat slut. Dertil er der tilsyneladende også indregnet en værdi af den varmeproduktion, som mistes ved en substitution af kraftvarme med vindkraft (Rockwool Fonden 2014).

kroner/år dyrere i forhold til Energistyrelsens fossile reference-scenarie, hvilket svarer til en omkostningsstigning på 12 procent¹⁸(De Økonomiske Råd 2016b).

DØR skriver sig ind i trade-off fortællingen, hvor omkostningsniveauet er den store energiøkonomiske bekymring; *”Så længe vedvarende energi ikke er fuld konkurrencedygtigt i forhold til fossile brændsler, vil en omstilling til fossil uafhængighed have samfundsøkonomiske omkostninger.”*(s. 194)(De Økonomiske Råd 2016b). Og videre: *”De højere energiomkostninger vil føre til effekter på produktivitet, løn og arbejdsudbud – og dermed BNP og velfærd.”*(De Økonomiske Råd 2016a).

De gennemgåede analyser fra Levitt og Sørensen og De Økonomiske Råd er eksempler på forskningsmæssige arbejder, der har bidraget til en historiefortælling, som danner baggrundstæppe for mange energipolitiske debatter. Et centralt eksempel på dette er debatten om PSO-tariffen, som i medierne og fra politisk hold er blevet italesat som *”regningen for den grønne omstilling”*¹⁹. Denne historiefortælling har været skadelig for en økonomisk rationel behandling af PSO-problemet, som det belyses i afsnit 6.2, afsnit 7.3 og afsnit 8.2.

Fortællingen om, at et vedvarende energisystem er en samfundsøkonomisk byrde, nyder således stor opbakning. Men er denne fortælling rigtig?

De samlede realiserede omkostninger vil være afhængige af det institutionelle arrangement. De basale forsyningsomkostninger, uafhængig af den institutionelle organisering, kan imidlertid godt beregnes. Hvis man renser de samlede forsyningsomkostninger, inklusiv investeringer i infrastruktur og besparelser, for institutionelle forhold, viser der sig ikke nogen klare indikationer på, at et energisystem forsynet af vedvarende energi er dyrere end et fossilt baseret system.

Et scenarie for et fremtidigt energisystem indeholder naturligvis usikkerheder omkring estimeringer af omkostningsdata og brændselspriser. DØR’s omkostningsberegning for Energistyrelsens vindscenarie harmonerer dog fint med EneryPLAN-simuleringen af selvsamme scenarie i IDA’s energivision 2050, der estimerer en næsten tilsvarende ekstraomkostninger ift. Energistyrelsens fossiles scenarie. Et alternativt Smart Energy Systems scenarie for et vedvarende energisystem, der blev dokumenteret i (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015), skitserer imidlertid en systemløsning med et væsentlig lavere omkostningsniveau. Som nævnt i et tidligere afsnit er biomasse- og affaldsressourcer den største energikilde i Energistyrelsens vindscenarie. I den alternative IDA energivision er biomasse-andelen reduceret til omkring 40 procent af den primære energiforsyning, mens rygraden i energisystemet er de fluktuerende energikilder, fortrinsvis vindkraft. Dette scenarie resulterer

¹⁸ De Økonomiske Råd har i juni 2016 opjusteret meromkostningen til 18 mia.kr/år, da man mener at have begået en beregningsfejl i den oprindelige rapport. I rette-bladet skrives *”Fejlen skyldes, at der i alternativscenariet med et (delvist) fossilbaseret energisystem i 2050 indgik udgifter til CO2-kvoter også for udledninger fra ikke-kvotesektoren. Dette gjorde alternativscenariet for dyrt og dermed meromkostningen for lille.”*(De Økonomiske Råd 2016c) Synspunktet synes dermed at være, at den samfundsøkonomiske omkostning ved CO2-udledning kun bør medregnes, hvis denne udledning er omfattet EU’s kvotemarked. Eller alternativt; at størrelsen af den samfundsøkonomiske omkostning afhænger af om udledningen sker inden for kvotesektoren. Man gør dermed den samfundsøkonomiske analyse institutionelt betinget. Metodisk er dette en tvivlsom og bekymrende samfundsøkonomisk beregningspraksis, som kunne fortjene en dybere analyse. Dette vil dog ikke blive forfulgt i nærværende tekst. Det skal blot bemærkes, at en given CO2-udledning må forventes at have den samme skadesomkostning, uanset hvilke finansielle transaktioner, der måtte følge den i EU-ETS. En lignende forvirring om CO2-udledningens samfundsøkonomiske omkostning findes i Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger. Dette uddybes i Case 4 i Kapitel 7.

¹⁹ Der findes adskillige eksempler fra dagspressen på dette, eksempelvis (Berlingske 2016)(Dr.dk 2016)

i estimerede totale systemomkostninger, der er på niveau med det fossile scenarie. Det vil sige, at ud fra de samme beregningsforudsætninger demonstrerer IDA's energivision et vedvarende energisystem, der ikke er associeret med en meromkostning. Det antaget trade-off mellem fossilfrihed og økonomisk velfærd er hermed brudt.

Bidraget fra IDA's energivision til den økonomiske diskussion er, at det skitserer et energisystem, der forsynes med vedvarende energi ved et omkostningsniveau svarende til den fossile reference. De tekniske diskussioner omkring Smart Energy Systems har således også en direkte kobling til diskussioner om systemets økonomiske effektivitet. Det understreger vigtigheden af at etablere et grundlæggende overblik over de tekniske forhold og handlemuligheder, inden den økonomiske analyse foretages. Økonomisk analyse er dermed tæt knyttet til det tværfaglige arbejde.

Det energiøkonomiske fokus bør flyttes fra *hvor meget* vedvarende energi til *hvordan* vedvarende energi.

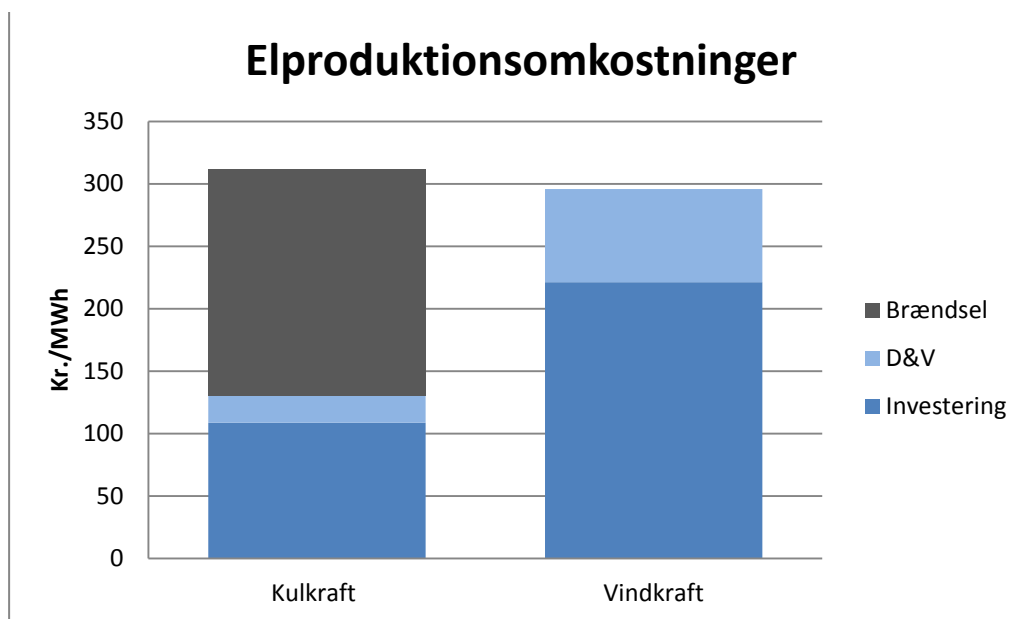
5.1.2. DE BASALE OMKOSTNINGSFORHOLD I ET SMART ENERGY SYSTEM

Hvis ikke omkostningsniveauet er et væsentligt problem, hvad er da omstillingens væsentligste energiøkonomiske spørgsmål?

Besvarelsen af dette spørgsmål må tage udgangspunkt i en redegørelse for de basale omkostningsforhold i en vindkraftbaseret vedvarende energiforsyning. Jævnfør overvejelserne i Kapitel 3 "Økonomisk erkendelse under teknologisk transition" kan besvarelsen ikke udelukkende tage udgangspunkt i nuværende og historiske priser, som er et produkt af specifikke institutionelle og teknologiske forudsætninger. I stedet må der tages udgangspunkt i de grundlæggende omkostningsforhold, der kendetegner produktionen uafhængigt af de eksisterende dynamikker i prissystemet.

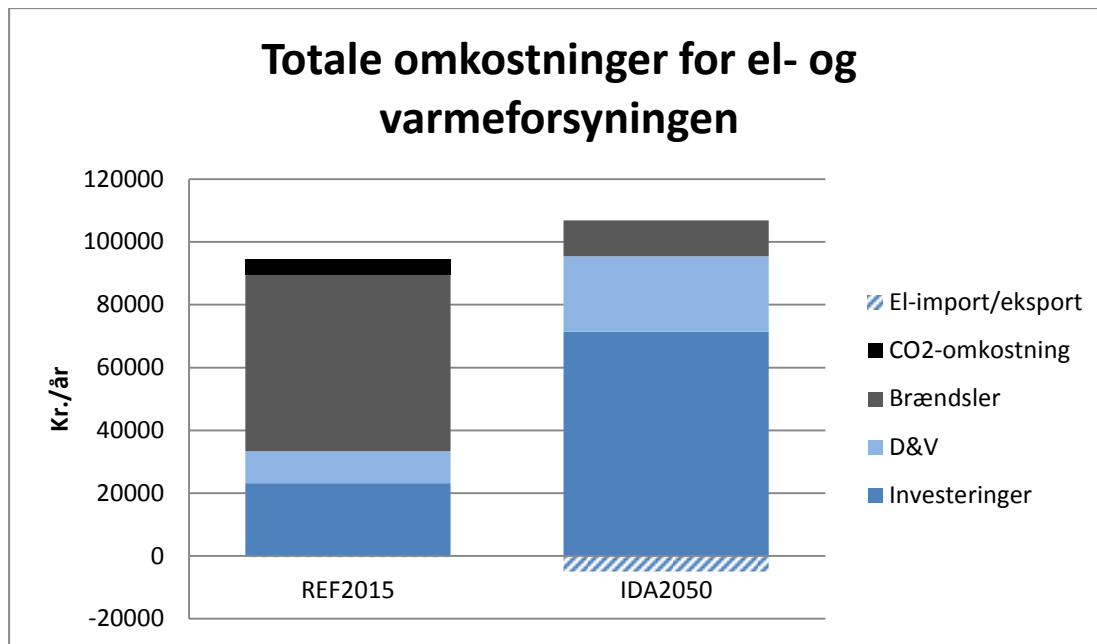
Den fundamentale forandring i omkostningsstrukturen

Omstillingen af energisystemet indebærer en forandring i elproduktionen hvor kraft- og kraftvarmeværker fortrænges af især vindkraft og i mindre grad solceller. Ses der isoleret på disse produktionsteknologier, indebærer dette en ændring i omkostningsstrukturen, hvor de kortsigtede marginalomkostninger falder. De kortsigtede marginalomkostninger for elproduktion mindskes, eftersom brændselsforbruget bortfalder. Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger stiger ganske vist ifølge Energistyrelsens omkostningsdata, men disse forventes ikke at have en variabel karakter på timeniveau (derved kan de antages ikke at indgå i budpriserne på Nord Pool). Samtidig stiger investeringsomkostningen, som for vindkraft udgør størsteparten af de samlede produktionsomkostninger.



Figur 6: Elproduktionsomkostninger for henholdsvis kulkraft og vindkraft. Grundlast antaget. Beregnet på baggrund af data fra Energistyrelsen med en rente på 4 procent (Danish Energy Agency 2015).

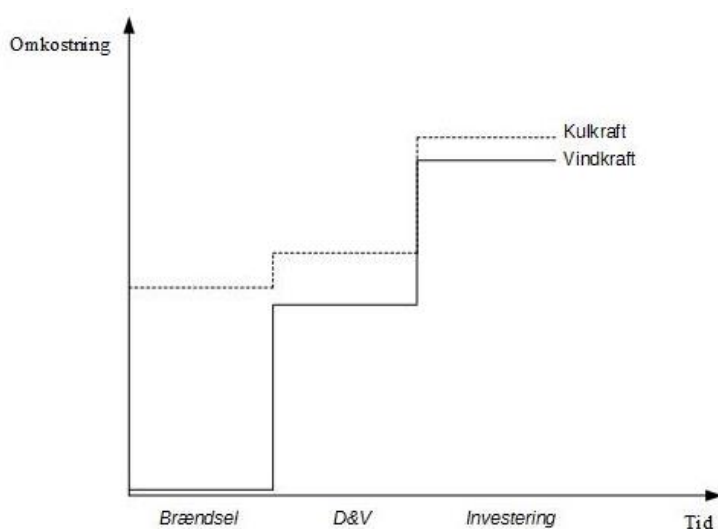
Tendensen med stigende investeringsomkostninger og faldende marginalomkostninger er også gældende for den samlede el- og varmesektor i de scenarier for et vedvarende energisystem, som udgør den tekniske baggrund for dette skrift. I Figur 7 ses omkostningsfordelingen for el- og varmforsyningen i IDA's energivision (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).



Figur 7: De samlede forsyningsomkostninger for el- og varmesektoren for henholdsvis det danske energisystem anno 2015 og IDA's energivision for 2050. Omkostningsdata er fra IDA's Energivision 2050 (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

Omkostningsstrukturens ændring og konsekvensen for den økonomiske organisering af energisystemet

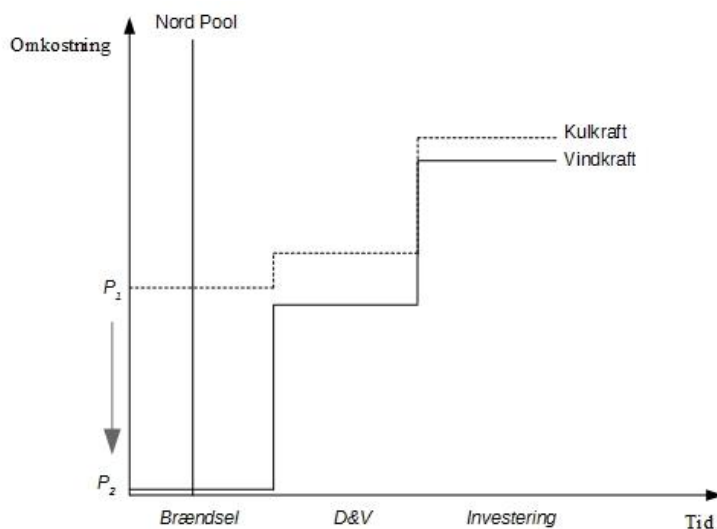
I den eksisterende elmarkedskonstruktion, Nord Pool, driver konkurrencen priserne mod de kortsigtede marginalomkostninger ved elproduktion. Dermed må det forventes, at den ændrede omkostningsstruktur afspejles i stadigt faldende markedspriser. Således vil den tekniske substitution i elproduktionen medføre et stadigt større gab mellem markedspriser på elbørsen og de totale, langsigtede omkostninger for elproduktion. Sættes ændringen i omkostningsstrukturen, som gengivet ovenfor, ind i et temporalt perspektiv, kan det opstilles som illustreret i Figur 8.



Figur 8: Illustration af den temporale fordeling af forskellige omkostningskategorier for elproduktion. Brændselsudgifter vil typisk indgå i produktionens kortsigtede marginalomkostninger. Drift og

vedligehold (D&V) vil typisk have et længere sigte, mens investeringsbeslutningen er en økonomisk handling med en flerårig tidshorisont.

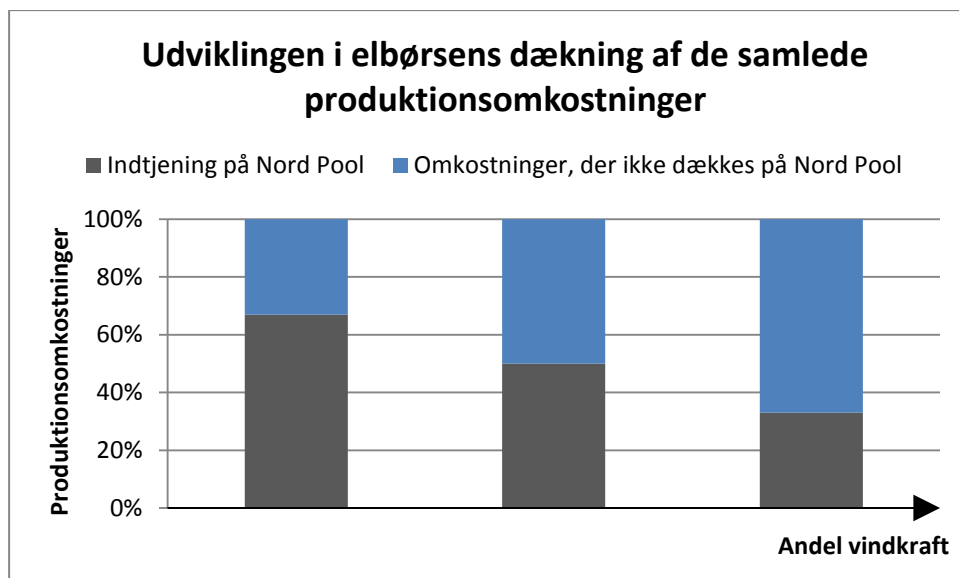
Tidshorisonten for udbud og efterspørgsel på Nord Pool Spot er en time, da priserne fastsættes på timebasis. Den relevante marginalomkostning for den økonomiske beslutning om at udbyde energi på elbørsen vil dermed typisk udelukkende være bestemt af brændselsomkostningen (eventuelle drift og vedligeholdelsesomkostninger antages her at være organiseret gennem længerevarende kontrakter.). Prisdannelsen på elbørsen kommer dermed ikke til at reflektere systemets langsigtede produktionsomkostninger, der karakteriseres af anlæg med minimum 20 års teknisk levetid. Denne temporale dimension illustreres i Figur 9.



Figur 9: Nord Pool konstruktionens temporale perspektiv. På elbørsen sker prisdannelsen hver time, hvilket indebærer, at det typisk kun vil være brændselsomkostningerne, der indgår i den økonomiske overvejelse bag prisdannelsen. Derimod vil D&V samt investeringsomkostningen typisk ikke udgøre undgåelige omkostninger i elbørsens temporale perspektiv.

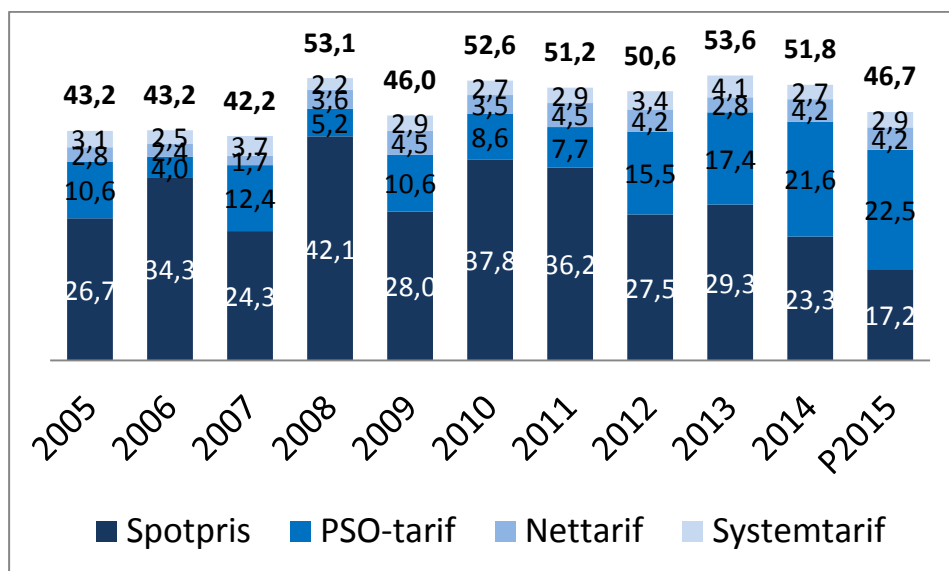
Da producenterne på Nord Pool konkurrerer om at levere el med en tidshorisont på en time, er organiseringen indrettet på at udnytte den eksisterende kapacitet til at levere den næste megawatt-time til den laveste mulige omkostning. Omkostningerne ved at levere den næste megawatt-time fra eksisterende kapacitet vil imidlertid udgøre en stadig mindre del af de totale produktionsomkostninger. Det sker som følge af forandringen i omkostningsstrukturen, når brændselsfrie VE-teknologier erstatter de fossile brændsler i elforsyningen.

Det må dermed forventes, at Nord Pool vil spille en stadig mindre rolle i finansieringen af energiforsyningen. Dog kan Nord Pool stadig have en koordinerende rolle i forhold til, at udnytte de eksisterende anlæg mest omkostningseffektivt gennem den timebaserede aktivering.



Figur 10 Stiliseret fremstilling af den forventede udvikling i indtægtsstrukturen ved udskiftningen af kul- gas og oliebaseerede produktionsanlæg med vindkraft. Den stadig faldende omkostningsdækning gennem Nord Pool er et produkt af en forandret omkostningsstruktur kombineret med elbørsens markedsarkitektur.

Vindkraften, blandt flere andre teknologier, modtager en PSO-betaling, som stiger ved lave elpriser, således at den samlede afregning svinger mindre end børspriserne. PSO-systemet spiller dermed en stadig mere vigtig og systembærende rolle, idet institutionen kompenserer for Nord Pool's utilstrækkelige omkostningsdækning. I Figur 11 ses udviklingen i de samlede produktions- og transmissionsomkostninger for elsystemet.



Figur 11 Den empiriske udvikling de samlede omkostninger forbundet med elproduktion- og transmission udtrykt i spotpriser samt net-, system og PSO-tariffer. Bemærk det tætte sammenfald med den stiliserede, teoretiske udvikling i Figur 10 og den empiriske udvikling siden 2010. Data er fra Energinet.dk.

Det ses tydeligt at ændringen i de grundlæggende produktionsomkostninger slår igennem i afregningen hos forbrugerne. De senere år har der været en faldende tendens i spotpriserne, mens udgifter til kapacitet i form af PSO-tariffen er steget. Elproduktionens

marginalomkostninger udtrykt gennem spotprisen udgjorde således 72 % af de samlede omkostninger i 2010, men var faldet til 37 % i 2015 (Egne beregninger på baggrund af data fra Energinet.dk). Figuren illustrerer også, at det samlede omkostningsniveau har været nogenlunde stabilt i perioden - dog med en lidt faldende tendens.

Tendensen i transitionen til et vedvarende energisystem vil således være, at den marginalomkostningsbaserede elhandel bliver marginaliseret. Elbørsen bliver marginaliseret i den forstand, at en stadig mindre andel af elproduktionens samlede omkostninger kan dækkes gennem handlen på det nuværende Nord Pool. Denne ændring rejser nogle økonomiske, organisatoriske spørgsmål i forhold til, hvordan man skaber en struktur, der på hensigtsmæssig vis kan sikre en langsigtet omkostningseffektiv udvikling. Prisdannelsen i et marked med lave marginalomkostninger er ikke et nyt økonomisk dilemma. I markeder såsom IT-sektoren og medicinalindustrien har lignende omkostningsstrukturerer ført til etablering af patent-princippet, hvor konkurrencen suspenderes med det formål at gøre det muligt for producenterne at prissætte over marginalomkostningerne og dermed dække de langsigtede omkostninger. 'Det nye' består nærmere i at erkende de reelle omkostningsforhold i et vedvarende energisystem. Med den erkendelse kan man begynde analyser af den eksisterende institutionelle struktur og dernæst gentænke organiseringen af energiproduktionen. I Kapitel 6 uddybes nogle teoretiske overvejelser omkring en økonomisk sektor med en omkostningsstruktur svarende til den skitserede, forventede udvikling i energisystemet.

Omkostningernes spatiale spredning

Udover den ændrede fordeling af produktionsomkostninger mellem kapital- og marginalomkostninger, indebærer den teknologiske forandring også større geografisk spredning af den fysiske produktion og dermed værditilvæksten. Hvor 1980'ernes kulkraftbaserede elsystem baseredes på relativt få centrale anlæg, har udbygningen af vindkraft og mindre, decentrale kraftvarmeanlæg i løbet af de følgende årtier medført en øget geografisk spredning af den fysiske produktion. En realisering af det intelligente energisystem vil yderligere forstærke denne tendens ved en fortsat udbygning af vindkraft, solceller mv. samt bevarelse af fleksible decentrale kraftvarmeanlæg. Det samme vil ske i varmesektoren i det omfang at varmepumper, overskudsvarme og solvarme mv. erstatter kedelproduktion i varmesektoren således at store dele af værditilvæksten flytter fra importerede brændsler til lokale, vedvarende ressourcer.

Udfordringerne som følger af omkostningernes spatiale spredning vil dog ikke blive behandlet dybdegående i dette skrift. Denne ændring kan dog blive kilde til fremtidige koordineringsmæssige spørgsmål.

Opsummerende om den energiøkonomiske udfordring

Der er intet, der tyder på, at et vedvarende energisystem behøver at blive afgørende dyrere end det fossile referencesystem. Der eksisterer således ikke nødvendigvis noget væsentligt trade-off mellem den økonomiske og økologiske bæredygtighed i energisystemet. Mens omkostningsniveauet forbliver nogenlunde stabilt, ændres omkostningsstrukturen sig derimod radikalt. Denne ændring består både i en temporal omfordeling mellem den initiale investeringsomkostning i kapacitet og de løbende produktionsomkostninger, såvel som en i spatial decentralisering. Denne to-dimensionelle forandring af omkostningsstrukturen må have konsekvenser for den økonomiske organisering. Dels bliver den eksisterende marginalomkostningsbaserede markedskonstruktion marginaliseret, da priserne må forventes

at blive trykket mod et nul-niveau og dermed kun være i stand til at dække en meget lille del af de samlede produktionsomkostninger. Det er derfor vigtigt, at vi hhv. udvikler og/eller opretholder andre institutionelle modeller, der kan sikre den økonomiske sammenhæng i systemet gennem tid. Derudover bliver den fysiske produktion, og dermed værditilvæksten stadig mere decentraliseret i et intelligent energisystem baseret på vedvarende energikilder. Det er derfor vigtigt, at vi hhv. udvikler og/eller opretholder institutionelle modeller, der kan sikre en effektiv økonomisk koordinering på tværs af den decentraliserede infrastruktur.

Disse strukturelle ændringer i energiøkonomien kræver en økonomisk teoretisk tilgang, der kan opfatte og behandle disse forandringer. En abstrakt, neoklassisk tilgang, der ikke arbejder på adækvat teknisk og institutionelt niveau, risikerer i denne sammenhæng at fejldiagnosticere den grønne omstillings økonomiske udfordring.

Den i dette afsnit omdefinerede energiøkonomiske udfordring, i sammenligning med den dagsordensættende fortælling, ville ikke kunne afdækkes gennem observering af nuværende og historiske priser. Den tager derimod udgangspunkt i teknologiske handlemuligheder og disses dynamik med eksisterende, konkrete institutionelle forhold.

Det bør således også bemærkes, at den temporale såvel som spatiale ændring i omkostningsstrukturens er knyttet til smart energy systems designet. De her identificerede udfordringer vil dermed kunne omgås ved at udbygge et mere centraliseret energisystem med et højere brændselsforbrug (hvad enten dette dækkes af biomasse eller fossile brændsler). Men i så fald vil man formentlig få en anden økonomisk udfordring i form af et forhøjet omkostningsniveau i det fremtidige energisystem. Hvis man ikke forstår de energiøkonomiske udfordringer fremhævet i denne tekst, og deres sammenhæng med de tekniske valgmuligheder, kan fortællingen om den dyre vedvarende energi dermed blive en selvopfyldende profeti.

5.1.3. TILVALG OG FRAVALG I DET INSTITUTIONELLE FOKUS UNDER DEN TEKNOLOGISKE FORANDRING

Den samlede institutionelle struktur for energiproduktionen indeholder flere elementer, der kunne være relevant for undersøgelse. Det hele kan ikke behandles i dette skrift. I det følgende vil der blive argumenteret for hvilke elementer, der behandles i den senere tekst. Det vil også begrundes, hvorfor andre elementer fravælges.

Ejerskabsdiskussioner behandles ikke

I Kapitel 6 analyseres fjernvarmeselskabernes investeringsbeslutninger i sammenhæng med de selskabsøkonomiske incitamenter. Det konkluderes, at investeringsadfærden i høj grad kan forklares som selskabsøkonomiske optimeringer givet de selskabsøkonomiske incitamenter. En konsekvens af dette sammenfald mellem omkostninger og investeringer, tyder på en omkostningsminimerende adfærd. Dette tyder på, at det er den eksterne omkostningsstruktur, der er bestemmende for udviklingen i fjernvarmesystemet og ikke ineffektive elementer i fjernvarmeselskabernes interne organisering. Fjernvarmesektoren anses således for at være generel omkostningsbevidst og være en sektor, der reagerer forholdsvis effektivt på økonomiske prissignaler. Dette indebærer, at de kan reguleres gennem markedspriser og afgiftsstrukturer. Interne institutionelle reformer såsom ejerskabsreformer synes dermed ikke at være nødvendigt for at kunne gennemføre omstillingen.

Denne formodning harmonerer med en analyse af Energitilsynet. Analysen konkluderer, at de forbrugerejede selskaber er bedst til at holde omkostningerne nede, efterfulgt af kommunalt ejerskab og kommercielt ejerskab som den mindst omkostningseffektive ejerskabsform (Energitilsynet 2013). Da hovedparten af fjernvarmeselskaberne er forbrugerejede og kun en mindre del er kommercielt ejede, synes denne analyse dermed heller ikke at give anledning til ejerskabsreformer.

Ejerskabsmodeller i andre dele af energisektoren kunne være relevant at inddrage, hvor især ejerskab af vindkraften er et aktuelt emne. Undersøgelser tyder på, at de nuværende institutionelle strukturer ikke nødvendigvis er i stand til at selekttere de mest omkostnings-efficiente ejerskabsstrukturer (Jensen og Sperling 2016). Dette kan være problematisk i forhold til bestræbelserne på at minimere det samlede omkostningsniveau, da andre arbejder indikerer, at ejerskabsformer har betydning for den lokale accept af landmøller (Warren og McFadyen 2010)(Hvelplund, Möller, og Sperling 2013). Dette skrift afgrænser sig imidlertid fra disse diskussioner.

Økonomiske incitamenter behandles på selskabsniveau

I et energisystem, der forsynes af vind- og solenergi, mistes de fossile brændslers indbyggede lageregenskab. Den temporale tilpasning mellem produktion og forbrug må således genvindes andre steder i systemet. Dette kan dels ske ved et mere fleksibelt slutforbrug, dels gennem oprettelse af nye lagringsmekanismer andre led i kæden mellem primærenergi og slutforbrug. Eksisterende forskning tyder på, at potentialet i mere fleksibelt slutforbrug er begrænset i forhold til dets omkostninger. Muligheder for lagring af varmeenergi i bygninger er undersøgt i en nylig rapport (Mathiesen et al. 2016). Rapporten konkluderer, at der er større synergi at hente ved investeringer i en generel sænkning af bygningers varmekonsum, end der er at hente ved et mere fleksibelt varmekonsum. Tilsvarende har der været en del forskning i fleksibelt elforbrug i husstandene. Potentialet i en sådan fleksibilitet viser sig også at være begrænset, eftersom slutforbrugets døgncyklus ikke er sammenfaldende med primærenergiens forsyningscyklus, der strækker sig over uger (Lund 2014). Det ville kræve store energilagre i de enkelte husstande, hvis den temporale synkronisering af forbrug og forsyning skal ske på et fuldt ud decentraliseret niveau. Eksisterende beregninger viser at lagring kan ske mere omkostningseffektivt i fælles lagring, eksempelvis ved central lagring i fjernvarmesystemer (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). Ligeledes er det billigere at lagre energi som varme end som elektricitet, og det er endnu billigere at lagre den vedvarende energi i form af syntetiske brændsler (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

Disse energiformer er ikke direkte sammenlignelige, da elektricitet kan konverteres til varme, mens energien i varmelagre ikke kan konverteres til elektricitet. Omkostningseffektivitet fordrer dermed også en effektiv allokering af energi; jo hurtigere energien kan konverteres til dens endelige energiform, jo billigere er det. I et energisystem, hvor meget energi, pga. koordineringsmæssige vanskeligheder, må lagres som elektricitet, risikerer man derimod at betale en signifikant premium pris for denne fleksibilitets-ydelse. I et energisystem med højere usikkerhed vil man have behov for større fleksibilitet, som vil øge omkostningerne.

Derved er fleksible slutforbrugpriser ikke så interessante som løsninger. Dirigering og styring af slutforbrugets distribuering gennem perfektionering af prissignalet vil dermed ikke være i fokus. Af større interesse vil være at stimulere opbygningen af infrastruktur med indbyggede lagringsmekanismer samt allokeringen af ressourcer i konverteringssektoren.

Generelt fravælges dermed analyser af de optimale prisstrukturer mellem almindelige husholdninger og deres energileverandører. Der er dog flere forhold i almindelige husholdningers incitamentsstrukturer, der kunne være relevante at arbejde med. Eksempelvis kan incitamentet til energibesparelser være mangelfuldt.

Fokus i dette skrift vil imidlertid være på allokeringen af primærressourcer mellem de forskellige energisektorer. Derudover vil skriftet undersøge de institutionelle strukturer for en hensigtsmæssig udbygning af konkurrerende infrastrukturløsninger. Både omkostninger til infrastruktur såvel som den primære forsyning vil på sigt blive domineret af en omfordeling af omkostninger mellem initiale kapacitetsomkostninger og løbende, marginale ydelsesomkostninger. Afsnit 6.2 vil derfor gå dybere ned i de bagvedliggende teoretiske og strukturelle problemstillinger, der karakteriserer denne temporale omfordeling af omkostninger.

Det prioriterede stofområde vil blive behandlet gennem to typer af arbejder:

- 1) Forståelse af nuværende struktur og sammenhæng med den tekniske basis. Dette gøres gennem en række kritiske cases.
- 2) Design af alternative institutionelle strukturer. Dette gøres gennem skitsering af principper for mulige politikalternativer.

KAPITEL 6. ALLOKERING AF INVESTERINGER I ENERGISEKTOREN

6.1. INVESTERINGSBESLUTNINGER I FJERNVARMESEKTOREN

Fjernvarmesystemet spiller en central rolle i den tekno-økonomiske omstilling, da det er en vigtig infrastruktur for at integrere et øget udbud af vindenergi (Lund et al. 2012)(Lund, Werner, et al. 2014). Betydelige investeringer i fjernvarmesektoren er derfor nødvendige i de kommende år, hvis sektoren skal opfylde sin rolle i det såkaldte smart energy system; et system koordineret på tværs energisektorerne (Mathiesen, Lund, Connolly, et al. 2015b)(Thellufsen og Lund 2015). Således må investeringsbeslutninger, der foretages i disse år, være i overensstemmelse med de fremtidige politiske mål om et vedvarende energisystem. I den teknologiske transition, er det derfor af stor betydning at undersøge den institutionelle struktur, der påvirker decentrale investeringsbeslutninger.

Et flertal af fjernvarmeselskaberne er enten ejet af kommunerne eller forbrugerne (Energistyrelsen 2015). Et lille mindretal er ejet af kommercielle virksomheder. Uanset ejerforhold er alle virksomheder omfattet af en 'hvile-i-sig-selv' regulering, hvilket indebærer, at der ikke må hives kapital ud af virksomhederne. Det følger af denne decentraliserede såvel tekniske som institutionelle infrastruktur, at udviklingen af sektoren er præget af spredte og lokale beslutningsprocesser. Et centralt institutionelt spørgsmål bliver dermed, hvordan de decentrale investeringsbeslutninger koordineres med henblik på at holde varmesektoren på sporet i forhold til de energipolitiske strategier. I kontekst af den konkrete teknologiske omstilling, rejser det således spørgsmålet om, hvilken institutionel struktur der kan sikre, at fjernvarmesektoren på mest hensigtsmæssig vis udfylder sin rolle i et vedvarende energisystem.

Uanset den lokale ejerskabsmodel er alle danske fjernvarmeselskaber underlagt Varmeforsyningsloven, som regulerer den danske varmesektor. Et centralt element i denne lovgivning i forhold til investeringsbeslutningen er kravet om samfundsøkonomisk overskud. Ifølge lovgivningen kan en investering i et fjernvarmeselskab kun gennemføres, hvis det kan godtgøres, at investeringen bidrager med et samfundsøkonomisk overskud (Retsinformation 2015a). Formålet med lov om varmforsyning er formuleret som følgende:

§ 1. Lovens formål er at fremme den mest samfundsøkonomiske, herunder miljøvenlige, anvendelse af energi til bygningers opvarmning og forsyning med varmt vand og inden for disse rammer at formindske energiforsyningens afhængighed af fossile brændsler.

I planlægningsprocessen for en investering skal fjernvarmeselskabet udarbejde en samfundsøkonomisk cost-benefit-analyse. Denne analyse overlades derefter til den lokale kommune for godkendelse. Investeringen kan realiseres, hvis den samfundsøkonomiske analyse godkendes af kommunen. Dog har berørte tredjepartsaktører mulighed for at gøre indsigelse mod den kommunale beslutning. Sker dette, behandles sagen i Energiklagenævnet. Den beslutning, som Energiklagenævnet måtte træffe, er endelig.

Denne lovgivning indebærer dermed, at fjernvarmeselskaberne ikke udelukkende kan handle på basis af selskabsøkonomiske incitamenter alene. Disse 'husholdningsøkonomier', hvoraf mange er privatejede kooperativer, er således i princippet forpligtede til at inddrage

samfundsøkonomiske hensyn, der ikke har nogen direkte effekt på selskabets egne regnskaber og dermed varmemeforbrugernes varmepriser. Disse samfundsøkonomiske hensyn kan eksempelvis være indregning af eksternaliteter såsom CO₂-udledning. Principperne for indregning af CO₂-udledning i dansk energiplanlægning behandles kritisk i Case 4. Et andet element i den samfundsøkonomiske beregningspraksis, som behandles i dette skrift, er det såkaldte skatteforvridningstab. Anvendelsen af dette beregningsprincip behandles i Case 5.

Den institutionelle struktur omkring investeringer i fjernvarmesektoren har dermed to niveauer:

- 1) Et selskabsøkonomisk niveau, hvor incitamenterne er et resultat af den kombinerede effekt af markedspriser, produktionsomkostninger, subsidier, afgiftsstruktur mv.
- 2) Et samfundsøkonomisk niveau, hvor ethvert investeringsprojekt, der er selskabsøkonomisk konkurrencedygtig, også skal godtgøre sin rentabilitet i en samfundsøkonomisk beregning.



Figur 12: Illustration af processen for investeringsbeslutninger i den danske fjernvarmesektor.

Som det er blevet fremhævet andre steder, kan dette institutionaliserede samfundsøkonomiske krav potentielt være befordrende for en bæredygtig udvikling (Chittum og Østergaard 2014). Eksempelvis kan eksternaliteter gennem den samfundsøkonomiske beregning internaliseres i investeringsbeslutning, således at alvorlige markedsfejl modvirkes. Trods denne principielle hensigtsmæssige indretning, rejser der sig i praksis en række interessante og afgørende spørgsmål. Hvad forstås eksempelvis ved ”god samfundsøkonomi”? Og hvad skal proceduren være for beregninger af samfundsøkonomi? Aspekter af disse spørgsmål behandles nærmere i Case 4 & 5.

Nogle elementer i god samfundsøkonomisk praksis er eksplicit institutionaliseret. Dette gælder eksempelvis det forholdvis obligatoriske krav om at anvende en rente på 4 procent i de

samfundsøkonomiske beregninger²⁰. Andre elementer bliver implicit institutionaliseret i en juridisk-økonomisk proces, der kræver en konkret institutionel analyse for at åbenbare sig. Dette gøres i Case 5.

6.1.1. INVESTERINGSBESLUTNINGENS SELSKABSØKONOMISKE INCITAMENTSTRUKTUR

Processen bag investeringer i fjernvarmesektoren består af to stadier. For at en teknologi i første omgang kan forventes at have et fjernvarmeselskabs interesse, må der foreligge en selskabsøkonomisk gevinst. Hvis det selskabsøkonomiske kriterie er opfyldt, skal investeringsprojektet kunne opfylde det samfundsøkonomiske krav. Interessante perspektiver og problemer omkring den samfundsøkonomiske beregning genoptages i Case 4&5. I dette afsnit identificeres en række centrale institutionelle forhold, der påvirker den selskabsøkonomiske konkurrencedygtighed for forskellige investeringsalternativer.

De selskabsøkonomiske faktorer består overordnet af markedspriser, tariffer, tilskud og afgifter mv.. De danske fjernvarmeselskaber er primært berørt af markederne for el, gas, biomasse, kul og olie – mere eller mindre i nævnte rækkefølge. Elmarkedet har betydning for både input- og outputsiden, mens de resterende markeder alene vedrører brændselsinput.

Betingelser for vind-til-varme

Vindenergien er den del af elsystemet. De samlede omkostninger for at forbruge vindenergi er således ikke alene bestemt af en vindturbiners effektivitet, men det samlede elsystems effektivitet. Dels er den samlede elproduktion finansielt puljet på den nordiske elbørs, hvorfor markedsprisen bestemmes af den samlede, aktive produktionskapacitets marginalomkostning – ikke den enkelte teknologiske marginalomkostning.

Markedsprisens niveau er ikke tilstrækkelig høj til at dække de samlede omkostninger vindenergi. Her har vi at gøre med et dybere økonomisk-politisk paradoks, som behandles dybdegående i afsnit 6.2. For at sikre incitamentet til investering i vindkapacitet under disse markedsforhold har man indført en feed-in tarif, som dækkes af PSO-betalingen på forbrugernes elregning. Markedspris og PSO kan således tilsammen betragtes som den samlede betaling for produktionen af vindenergi. Dertil kommer distributionen af vindenergi, som sker gennem det etablerede elnet og finansieres gennem henholdsvis distributionstariffer til distributionsnettet og system- og nettariffer til TSO'ens aktiviteter, herunder international og indenlandsk transmission.

Udover disse omkostninger, som er direkte forbundet med elsystemet, er konvertering af vind til varme beskattet gennem energiafgiften på elektricitet. Hvor en vindturbin på land isoleret

²⁰ Selvom Energistyrelsen umiddelbart kommunikerer ret klart om dette obligatoriske krav, kan der stadig på et teoretisk niveau være en usikkerhed om dets juridiske status. "Projektbekendtgørelsen" foreskriver i princippet ikke, at et investeringsprojekt skal kunne bære en kalkulationsrente på 4 procent. Projektbekendtgørelsen siger, at der skal tilvejebringes en økonomisk analyse af investeringsprojektet på grundlag af den kalkulationsrente som meddeles af Finansministeriet. Baseret på denne økonomiske fremstilling af investeringsprojektet, bør kommunen træffe en "oplyst afgørelse". Indtil videre har der ikke været nogen udfordring af, hvor tæt kommunens "oplyste afgørelse" bør være på konklusionerne i den økonomiske redegørelse, som baserer sig på den obligatoriske diskonteringsrente. I princippet er det stadig juridisk uafklaret, så længe sagen ikke er blevet prøvet i Energiklagenævnet. (Tak til professor Bent Ole Gram Mortensen ved Syddansk Universitet for afklaring af denne juridiske specificering).

set producerer energi til omkring 300 kr./MWh (se beregning i afsnit 5.1.2), er den samlede gennemsnitsomkostning for el-input til en stor varmepumpe omtrent 1000 kr./MWh jf. Tabel 1. Dertil kommer momsen som varmemeforbrugerne betaler af leveret varme.

Nedenfor uddybes de enkelte omkostningsled for konvertering af vind til varme.

	El-omkostninger til varmepumpe, Kr./MWh
Elpris	228*
PSO	233**
Distribution	100***
Transmission	69
Energiafgift	380
Samlede omkostninger	1010

Tabel 1: De marginale udgiftsposter for el-til-varme konvertering i den danske fjernvarmesektor. Elprisen er gennemsnitsprisen i DK-Vest priszonen for 2014. **PSO-tariffen varierer for hvert kvartal. Den opgivne tarif er gennemsnittet for de forventede tariffer i 2016. ***Distributionstariffen varierer afhængig af geografisk location og spænding. Distributionstariffen i vest-Danmark er omkring 100 kr./MWh i de fleste tilfælde. Dog er det billigere ved højere spænding (Dansk Energi 2015).*

Elbørsen

Det der normalt refereres til som markedsprisen på elektricitet, referer til pris-dannelsen på den nordiske elbørs Nord Pool Spot. Elprisen på Nord Pool afspejler elsystemets kortsigtede marginalomkostning 24 timer inden forbrugstidspunktet.

Det klassiske udbud/efterpørgselsdiagram er ikke tilstrækkelig for at forstå elhandlens økonomiske organisering, da dette diagram kun inddrager en enkelt af tre aktørgrupper; nemlig markedets producenter og slutforbrugere. En anden vigtig aktør i elmarkedet er TSO'erne, som er tæt bundet sammen med den internationale elbørs-handel (og er ofte også direkte medejere af disse handelspladser). Derudover er det TSO'erne, der foretager investeringer i transmissionsforbindelser, der er en teknisk forudsætning for den internationale elhandel. Den tredje aktørgruppe er 'melleghandlerne', dvs. de finansielle handelsselskaber. Modsat de to andre grupper, er denne tredje aktørgruppes eksistens udelukkende institutionelt betinget.

Den økonomiske organisering omkring Nord Pool Spot udgør reelt et *de facto* monopol for elhandel i Danmark. Markedsværdien af el bliver dermed lig med Nord Pool Spot markedets børspriser. Ved siden af Nord Pool Spot, eksisterer der dog en række supplerende markeder med en kortere tidshorisont (Sorknæs 2015). Nogle af disse markeder har for tid til anden haft en målbar effekt på udviklingen i produktionskapacitet. Dette gælder eksempelvis det lille 'boom' af investeringer i elkedler for få år siden (Sorknæs 2015). Lang størstedelen af handlen foregår dog på spotmarkedet (Energinet.dk 2016c), hvorfor de supplerende markeder hidtil ikke har haft nogen større betydning for udviklingen i fjernvarmesektorens kapacitet.

PSO-betalingen

PSO-tariffen på elregningen dækker en række omkostninger forbundet med omstillingen af energiforsyningen. PSO'en dækker blandt andet feed-in tariffer til vindkraft. En mere detaljeret redegørelse for anvendelsen af PSO-betalingen findes i afsnit 8.2. Der knytter sig en række interessante problemstillinger, dilemmaer og fortællinger til PSO'en i det danske energisystem. Disse aspekter vil blandt andet blive behandlet i afsnit 6.2, i case 3 i Kapitel 7 samt i afsnit 8.2.

Net-omkostninger

Distributions-, system- og nettariffer dækker omkostninger forbundet med udbygning og vedligeholdelse af el-nettet. Distributionstariffen går til det lokale/regionale distributionsselskab. System- og nettariffen dækker omkostninger på transmissions-niveau og opkræves af Energinet.dk.

Energiafgiften

Energiafgiften på elektricitet er en finanspolitisk afgift i klassisk forstand, der indkræves til statskassen. Således har afgiften ikke nogen relation til omkostninger forbundet med energiforsyningen, men har mere karakter af klassisk omfordeling.

Elafgiftens allokeringsmæssige effekt vil blive behandlet i det følgende afsnit. Problemstillingerne, der knytter sig til PSO- og nettarifferne er mere komplicerede, da de relaterer sig til udgifter i energiforsyningen. Disse problemstillinger behandles senere i teksten.

Betingelser for biomasse

Biomasse er ikke en homogen ressource. De aktuelle ressourcer for fjernvarmesektoren vedrører halm, træflis og træpiller. Halm er i høj grad en lokal ressource, der ikke er egnet for handel over store geografiske afstande. Træflis handles på et regionalt skandinavisk niveau. Træpiller er at betragte som den mest kommercialiserede biomasse-ressource og handles på globalt niveau. Prismæssigt er halm typisk den billigste ressource, såfremt den er tilgængelig. Derefter følger flis, mens træpiller er den dyreste biomasseressource.

Afgifter på biomasse er ganske lave, som det fremgår af tabel.

<i>Input</i>	Halm	Træflis	Træpiller
<i>Afgift, Kr./MWh</i>	13	8,6	19,5

Tabel 2: Afgifter på biomasse i den danske fjernvarmesektor.

Betingelser for naturgasbaseret kraftvarme

Den naturgasbaserede kraftvarme interagerer mellem to markeder; gasmarkedet på inputsiden og elmarkedet på outputsiden. Eftersom gasprisen har været forholdsvis høj i sammenligning med kul, og elprisen har været forholdsvis lav som konsekvens af udbygningen af vindkraft, har den naturgasbaserede kraftvarmeproduktion haft meget vanskeligt ved konkurrere med andre varmeproducerende anlæg de senere år. Vindkraften har kraftigt reduceret volumen, der

er tilgængelig for konventionel produktion i elmarkedet, og i kampen om den resterende markedsandel har kulkraft draget fordel af lave priser på kul og CO₂. Naturgasbaseret kraftvarme er således også indirekte påvirket af kul- og CO₂ markedernes udvikling. Dertil kommer afgifter på naturgas, som er væsentlig højere end for biomassebaserede alternativer, og dermed yderligere forringer den gasbaserede kraftvarmes konkurrencedygtighed.

Denne teknologi modtager et subsidie i form af det såkaldte grundbeløb, men dette forventes udfaset efter 2018. Tidsmæssigt falder denne udfasning sammen med, at mange af gasmotorerne står over en renovering, såfremt kapaciteten også skal være til rådighed i de kommende 10-15 år. Det er overordentligt tvivlsomt, om fjernvarmeselskaberne har et økonomisk incitament for at foretage denne gen-investering. På de gældende vilkår står energisystemet dermed til at tabe denne kapacitet i løbet af ganske få år.

6.1.2. AFGIFTSSTRUKTURENS ALLOKERINGSMÆSSIGE KONSEKVENSER I FJERNVARMESEKTOREN

Væsentlige træk af den empiriske udvikling i den danske fjernvarmesektor blev gennemgået i afsnit 4.2. Det konkluderedes, at investeringer i vind-til-varme i form af varmepumper ikke forekommer i noget væsentlig omfang. Samtidig har biomasseforbruget i sektoren været i kraftig vækst.

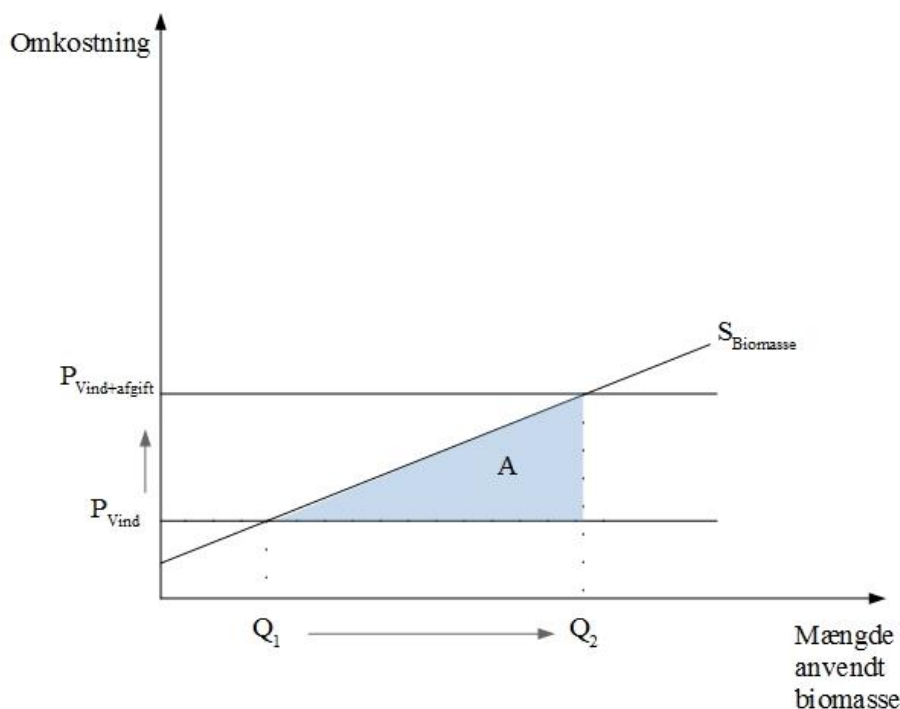
Årsagen til den empiriske udvikling kan ganske dækkende forklares med den eksisterende afgiftsstruktur, der omgiver den danske fjernvarmesektor. Afgiftsstrukturen er således en væsentlig institutionel barriere for at energisystemet kan gå ind i den næste fase af den teknologiske omstilling.

Tabel 3 viser den nuværende beskatning af henholdsvis elektricitet- og biomasseinput til fjernvarmesektoren, som de så ud i 2015. Tallene viser en klar ulighed i beskatningen mellem biomasse og elektricitet, som tilskynder fjernvarmeselskaberne til at foretage investeringer i biomassekedler på bekostning af varmepumper. Således har den nuværende afgiftsstruktur en stærk forvriddende effekt på allokeringen af investeringerne i det danske fjernvarmesystem.

<i>Input</i>	Elektricitet	Halm	Træflis	Træpiller
<i>Afgift, Kr./MWh</i>	380	13	8,6	19,5

Tabel 3: Afgifter på konkurrerende input til fjernvarmesektoren.

Historisk set har den høje afgift på elektrisk input til varmesektoren været retfærdiggjort af en elforsyning domineret af kulfyrede kraftværker. Men efterhånden som vindkraftkapacitet ekspanderer i elsystemet, bør beskatningen på el justeres tilsvarende, da den i stadig mindre grad er bærer af fossil energi. Denne afgiftspolitik, som er nedarvet fra den fossile æra, vil i det stadig mere vedvarende energisystem resultere i fejllallokeringer mellem anvendelse af biomasse og vind i primærforsyningen.



Figur 13: De allokeringsemæssige konsekvenser af den forvriddende afgiftsstruktur. Den optimale allokering mellem hhv. vind- og biomasseinput findes i skæringspunktet mellem prisen for vindenergi (P_{Vind}) og den marginale biomasseomkostning ($S_{Biomasse}$), hvilket medfører at biomasse-mængden Q_1 anvendes i fjernvarmesektoren. Da vindenergien er pålagt en høj afgift forrykkes ligevægten til Q_2 . Arealet A indikerer et samfundsøkonomisk allokeringstab som konsekvens af den forvriddende afgiftsstruktur.

Afgiftsstrukturen må forventes at resultere i et overforbrug af biomasse i forhold til vindenergi i fjernvarmesektoren. Figur 13 illustrerer den principielle økonomiske mekanisme, der afgør fordelingen mellem vind og biomasse. Mængden af biomasse, der anvendes i fjernvarmen findes i skæringen mellem de konkurrerende inputfaktors omkostningskurver (Bemærk at disse kurver blot er forenklede fremstillinger, som skal illustrere mekanismen). Den ideelle, markedsefficiente anvendelse af biomasse findes i skæringen mellem de to kurver P_{Vind} og $S_{Biomasse}$. I tilfældet for omkostningskurverne afbildet i Figur 13, vil det betyde en forholdsvis lav udnyttelse af biomasse i fjernvarmesektoren. Men under den nuværende afgiftsstruktur, vil markedet anvende en biomasse-mængde bestemt af skæringspunktet mellem kurverne $P_{Vind+Afgift}$ og $S_{Biomasse}$. Dette illustrerer dermed hvordan afgiftsstrukturen tilskynder fjernvarmesektoren til at bruge en større mængde biomasse end det samfundsøkonomisk optimale. Denne fejlallokering medfører højere forsyningsomkostninger og et samfundsøkonomisk tab. Størrelsen af dette tab er lig med arealet A.

En reform af elafgiften ville skulle tage en række forskellige hensyn. Disse hensyn uddybes i afsnit 8.1, hvor der også skitseres et bud på en afgiftskonstruktion på elektricitet for varmesektoren, der ville kunne bidrage positivt til allokeringen i transitionen til et vedvarende energisystem.

6.2. KONKURRENCE OG ALLOKERING I KAPITALINTENSIVE SEKTORER

Som bemærket i introduktion, er der stadig uløste problemstillinger i forståelsen af det økonomiske system. En af disse vedrører den såkaldte *Marginal Cost Controversy*. Marginalomkostningskontroversen omhandler det økonomiske problem omkring hvordan man bør prissætte ydelser for infrastrukturer med lave marginalomkostninger (også ofte refereret til som faldende gennemsnitsomkostninger). Som redegjort for i Kapitel 5, er denne omkostningsstruktur dominerende i et energisystem forsynet af vedvarende energi.

Blandt andre Hotelling og Coase indtog to divergerende synspunkter omkring den økonomiske politik i sådanne tilfælde. Hotelling skrev i 1938, at marginalprisprincippet ikke burde fraviges (Frischmann og Hogendorn 2015). Coase svarede efter krigen Hotelling med 1946-artiklen *The Marginal Cost Controversy*. I en nylig state-of-the-art artikel om samme emne, konstaterer Frischmann og Hogendorn afsluttende, at "... *modern arguments over public policy in industries with declining average costs are in many ways a reprise and updating of the original marginal cost controversy.*" (Frischmann og Hogendorn 2015).

Denne uløste problemstilling er således tilsyneladende at betragte som et permanent økonomisk dilemma. Dilemmaet består i, at økonomisk teori på den ene side sædvanligvis forholder sig til marginalomkostningen, hvor den markedsefficiente ligevægt netop er en ligevægt mellem de marginale omkostninger og den marginale betalingsvillighed. Ved bygning af store infrastrukturer såsom jernbaner, veje, elnet, osv., går den marginale omkostning ved infrastrukturens ydelse mod nul. Den traditionelle prisdannelse på sådan et marked vil dermed ikke kunne dække den store investeringsomkostning. På den anden side tilsiger økonomiske ræsonnementer, at når en given kapacitet er etableret bør dens brug være styret af en marginalomkostningsbetragtning. I denne sammenhæng bliver selve anlægsinvesteringen en sunk cost. Derfor, argumenterede Hotelling, bør forbrugerne ikke betale den langsigtede omkostning ved eksempelvis anvendelsen af en jernbane, men kun den marginale omkostning ved at benytte en jernbane, der allerede er etableret. Dette kan således være et argument for, at staten finansierer investeringer i store infrastrukturer såsom veje og jernbaner, hvorefter brugen af disse prissættes alene efter marginalomkostningen. Herved skulle man få den optimale brug af en allerede etableret infrastruktur, hvis initiale investeringsomkostning betragtes som sunk cost.

Coase anførte, at denne betragtning var forkert, da den manglede internalisering af de totale omkostninger for det første vil føre til fejlallokeringer af ressourcer (Coase 1946)(Coase 1947)²¹. For det andet vil Hotelling-løsningen medføre en økonomisk omfordeling mellem storforbrugere og mindre forbrugere af kapaciteten. For det tredje påpeger Coase at den øgede beskatning i andre sektorer kan medføre yderligere fejlallokeringer.

Diskussionen er interessant i kontekst af transitionen til vedvarende energisystem, hvor omkostningsstrukturen generelt ændrer sig mod kapitalintensive investeringer med lave marginalomkostninger, herunder eksempelvis investeringer i vindmøller, diverse energinet og energibesparelser (se eksempelvis Figur 9 på side 53).

Frischmann og Hogendorn anfører, at Coase, Hotelling og andre i sin tid overså betydningen af eksternaliteter. Frischmann og Hogendorn fremfører, at genereringen af positive eksternaliteter retfærdiggør, at staten subsidierer udbygningen af infrastrukturer og brugerne

²¹ Coase skriver: "If it is to be discovered whether consumers are willing to pay an amount equal to total cost, this can be done, under a pricing system, only by asking them to pay this amount." (Coase 1947)

derefter kun bliver opkrævet marginalomkostningen. Set fra det aktuelle energisystemsperspektiv, overser Frischmann og Hogendorn en helt centrale problemstilling. De overser, at forskellige *typer* af infrastruktur konkurrerer som løsninger på specifikke behov. Ved at subsidiere en specifik infrastruktur forvrider konkurrencen mellem forskellige typer infrastruktur. Eksempelvis kan en subsidiering af udbygning af vejnettet ske på bekostning af jernbanenettet osv.

I kontekst af energisystemet er denne problemstilling vedrørende konkurrence mellem forskellige infrastrukturer meget aktuel. Eksempelvis forvrider subsidiering af elproduktion balancen mellem investeringer i produktion og besparelser, ligesom en subsidiering af elnettet vil forvride konkurrencen mellem intern og ekstern integration. På europæisk niveau subsidieres udbygningen af internationale elnet, mens udbygningen af andre konkurrerende infrastrukturer ikke subsidieres. Denne problematik uddybes i Case 2 og i afsnit 10.2

Det økonomiske valg består ofte ikke i 'infrastruktur eller ej'. Ofte er spørgsmålet hvilken af flere alternative typer af infrastruktur, man skal vælge. I nedenstående vil dette blive uddybet i forhold til to konkrete og aktuelle problemstillinger i energisystemet.

6.2.1. ALLOKERING AF KAPITAL MELLEM INVESTERINGER I PRODUKTION OG BESPARELSE

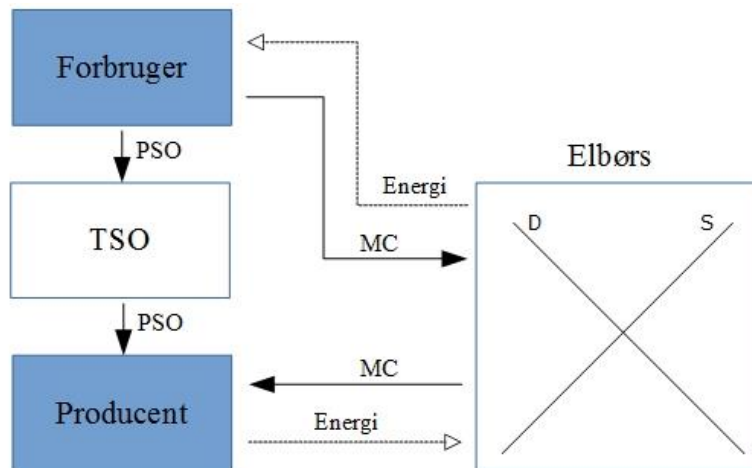
Finansieringen af vindkraft udgør et interessant empirisk eksempel på det teoretiske dilemma omkring, hvordan man skal prissætte kapitalintensiv produktionskapital med lave marginalomkostninger.

PSO-tariffen er en kapacitetsbetaling

PSO-tariffen er et af omstillingens epicentre, og et meget centralt institutionelt element i dette skrifts emneområde. *For det første* vedrører tariffen den fundamentale forandring i omkostningsstruktur, som blev gennemgået i Kapitel 5. *For det andet* finansierer PSO-tariffen rygraden i et kommende dansk vedvarende energisystem; primært vindkraft og til dels solceller. *For det tredje* er tariffen en omkostningspost i forbindelse med elforbrug i varmesektoren, hvorfor den også på denne front har været genstand for debat. Eksempelvis har man fra Dansk Fjernvarmes side ønsket at blive fri for PSO-tariffen for el-til-varme konvertering, idet man har fremhævet PSO-tariffen som en selskabsøkonomisk barriere for indførelse af varmepumper (Dansk Fjernvarme 2016). Dansk Energi har anvendt samme argumentation (Dansk Energi 2016). Det er dog ikke ukompliceret at argumentere for, at brugen af vindenergi fremmes ved at fjerne omkostningsposten, der finansierer opbygningen af selvsamme vindkraftkapacitet. Disse tre nævnte aspekter af PSO-problemstillingen vil blive adresseret i et forslag til en reformeret PSO i afsnit 8.2. *Som et fjerde aspekt*, er det blevet problematiseret, hvorvidt nationale konstruktioner som den danske PSO-tarif er forenelige med det indre europæiske energimarked. Denne problemstilling vil blive behandlet i Case 3. *For det femte*, har PSO-tariffen ageret som arena for den politiske strid omkring omstillingen til vedvarende energi, til dels fordi tariffen er blevet iscenesat som værende et udtryk for en meromkostning forbundet med vedvarende energi – en fortælling, der blev behandlet i Kapitel 5.

Fælles for de opridsede diskussioner omkring PSO-konstruktionen er, at det eksemplificerer vigtigheden af at erkende karakteren af den grundlæggende økonomiske problemstilling, som PSO-tariffen repræsenterer.

Coase foreslog 'multi-part pricing' i tilfælde, hvor forsyningen af en given ydelse er karakteriseret ved høje (faste) kapacitetsomkostninger og lave marginalomkostninger. I multi-part pricing afholder forbrugeren både den faste og den marginale omkostning. Frischmann & Hogendorn (2015) bemærker, at Coase ikke anviste nogen konkrete eksempler hvordan et multi-part pricing system kunne se ud. Sådan et prissystem er i imidlertid til stede i den danske elsystem, om end det muligvis ikke oprindeligt bevidst var designet sådan. Dette system består af PSO-betaling for produktionskapaciteten og en elbørpris til at dække de marginale produktionsomkostninger. Afregningssystemet er illustreret i Figur 14.



Figur 14: Elsektorens multi-part pricing system. De marginale energiproduktionsomkostninger dækkes gennem markedsprisen på Nord Pool, mens kapacitetsomkostningen dækkes gennem PSO-tariffen, der viderefremmes fra forbruger til producent af TSO'en. Det prissystem er principielt i balance, da de samlede produktionsomkostninger dækkes af elforbrugeren.

PSO-tariffen er blevet italesat som et subsidie, men er i realiteten en omkostningsbestemt kapacitetsbetaling. Opfattelsen af PSO-tariffen som hhv. afgift på elforbrug og subsidie til vindkraft er i et vist omfang institutionaliseret. Et eksempel på denne institutionalisering er en forholdsvis nylig praksisændring hos Danmarks Statistik, hvor man omdefinerede PSO-betalingen til en afgift, som dermed blev en del af skattetrykket (Danmarks Statistik 2014a). Omlægningen blev blandt andet begrundet med, at PSO-tariffen finansierer "støtte til vedvarende energi" og at der "ingen direkte modydelse [er] tilknyttet betalingen." (Danmarks Statistik 2014b). Det er således ikke ukontroversielt at påstå det modsatte; at PSO-tariffen ikke bør betragtes som en afgift, men derimod netop som en omkostningsrigtig del af prissystemet.

Det første faktum, man må forlige sig med for at kunne erkende PSO-tariffens natur, er, at onshore vindkraft er det billigste elproducerende anlæg, der findes for nuværende. Baseret på omkostningsdata fra Energistyrelsens teknologikatalog, kan landvindmølle beregnes til at producere til en elpris på omkring 30 øre/kWh. Dette faktum bekræftes af Energistyrelsens egne beregninger (der givetvis bygger på samme omkostningsdata) (Energistyrelsen 2014). Spørgsmålet rejser sig da: Hvis vindkraft er den billigste forsyning hvorfor har den så brug for 'et subsidie'? Og yderligere: hvis den billigste teknologi producerer til 30 øre/kWh, hvorfor er markedsprisen så betragtelig lavere?

Den gennemsnitlige elpris på Nord Pool har i de senere år været under 20 øre/kWh. Der findes ikke nogen elproducerende teknologi, der kan dække sine langsigtede omkostninger ved 20 øre/kWh (Energistyrelsen 2014). Denne erkendelse er vigtig, da den indebærer, at en form for "PSO" er nødvendig, uanset hvilken kapacitet man bygger. Det skal i den sammenhæng bemærkes, at den eksisterende konventionelle kraftværkskapacitet blev opført før den fulde implementering af den nordiske elbørs. Hvis man hypotetisk skulle opbygge ny termisk kraftværkskapacitet, ville det næppe kunne finansieres udelukkende gennem Nord Pool, men også kræve en PSO-betaling. Det er da også tilfældet, at de nuværende investeringer i biomassebaserede kraftvarmeværker modtager en PSO-betaling (Retsinformation 2016). PSO-betalingen bør dermed nærmere opfattes som en form for kapacitetsbetaling, frem for en hhv. afgift på el og tilskud til vedvarende energi.

Mens PSO-tariffen kan betragtes som en kapacitetsbetaling, der dækker de faste omkostninger, er Nord Pool prisen det element i prisstrukturen, der dækker de marginale produktionsomkostninger. Tilsammen udgør PSO-tariffen og elbørsprisen dermed en multi-part pricing model, hvor de samlede elproduktionsomkostninger afholdes af elforbrugerne.

Da PSO-betalingen opfattes som et subsidie, er det blevet foreslået at finansiere PSO-betalingen gennem beskatning af andre sektorer. Dette forslag er i realiteten en omlæggelse af multi-part pricing til marginalomkostnings-prissætning, om end det tilsyneladende opfattes som en omlægning i finansieringen af subsidier. Forslaget om omlægning til finansloven er således en del af en fortælling om 'den dyre vedvarende energi'; en fortælling, der afleder opmærksomheden fra den centrale økonomiske forandring, som er forandringen i omkostningsstrukturen.

En afgiftsanalyse på energiområdet, der blev initieret af energiforliget i 2012, blev delvis offentliggjort i maj 2016 med en anbefaling om at fjerne PSO-tariffen og i stedet finansiere de samme udgifter over finansloven (Sekretariatet for afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet 2016). Det hedder bl.a. "PSO-betalingen virker som en afgift på elforbrug og giver derfor anledning til forvriddninger på samme måde som andre skatter og afgifter." s. 5. Det konkluderes, at omlægningen vil give en samfundsøkonomisk gevinst på over 2 mia. kr. Ligeledes har De Økonomiske Råd tidligere kritiseret den nuværende PSO-model og foreslået en omlægning af finansieringen fra elforbruget til finansloven:

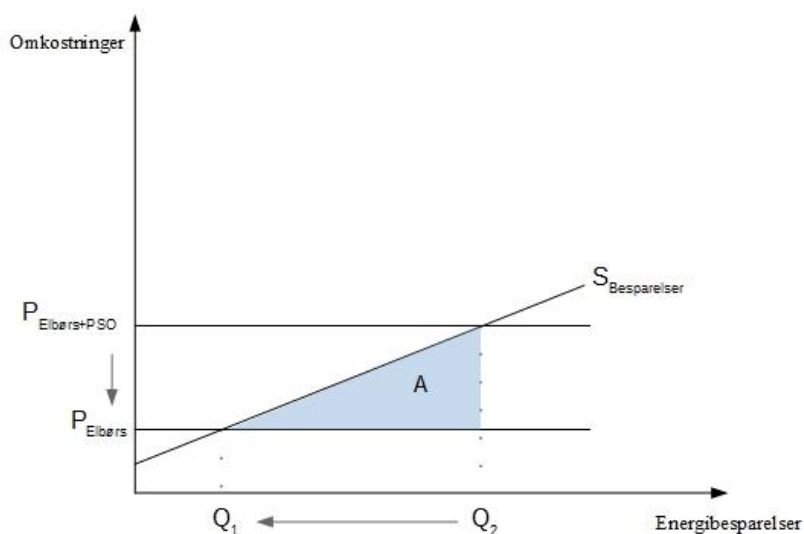
"Omlægningen af støtten til vedvarende energi fra PSO til indkomstskat vil gavne miljøet, fordelingen og den økonomiske effektivitet. Det er svært at finde overbevisende argumenter for, at det skulle være en dårlig ide"(Whitta-Jacobsen et al. 2014)

Trods opgavens bebudede vanskelighed, vil jeg alligevel gøre forsøget.

Grundelementet i argumentationen om, at den foreslåede omlægning er en dårlig ide, er, at Nord Pool prisen tilsammen med PSO-betalingen udgør et multi part pricing system. Når PSO er identificeret som en del af dette prissystem, kan Coase teoretiske argumenter fra 1946 anvendes til at klargøre, at en omlægning af PSO fra elregningen til finansloven er dårlig ide.

Baseret på Coase (1946), kan der opridses en række uheldige allokeringsmæssige konsekvenser af statsstøtte til elproduktion gennem omlægning af PSO-betalingen til finansloven. Grundlæggende er problemet, at statsstøtte til elkapaciteten medfører, at hverken producent eller forbrugere internaliserer kapacitetsomkostningerne i deres økonomiske beslutninger. Afledt af dette forhold, opstår dels en forvriddning mellem investering i produktionskapacitet og investering i 'besparelses-kapacitet'. Denne forvriddning bliver meget

markant i et vedvarende energisystem, hvor den marginale produktionsomkostning i elsystemet går mod nul. Et yderligere problem er, at omlægningen fra elregningen til finansloven indebærer, at der sker en omfordeling mellem store energiforbrugere og små energiforbrugere.



Figur 15: Den allokationsmæssige effekt af en fjernelse af PSO-tariffen fra elregningen. Ved en fjernelse af PSO-tariffen fra el-regningen forrykkes balancen mellem investeringer i energibesparelser og energiforsyning. Dette vil udløse et samfundsøkonomisk tab svarende til arealet A i figuren.

Man bør i stedet fastholde multi-part pricing modellen, som er blevet udviklet med en PSO-betaling for udbygningen af kapacitet. Nord Pool elbørsen fungerer dermed som allokationsmekanisme på marginalen ved at aktivere anlæggene med de laveste marginalomkostninger. Elbørs-prisen vil dermed kunne dække de kortsigtede marginale produktionsomkostninger.

Med en mere eksplicit bevidsthed om, at PSO-tariffen er en kapacitetsbetaling, kan mekanismen løbende raffineres. Eksempelvis kan det forekomme hensigtsmæssigt at strække producenternes PSO-afregning ud over hele vindmøllens levetid, som det også er blevet foreslået af den tværministerielle arbejdsgruppe (Sekretariatet for afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet 2016). Ligeledes kan man diskutere, om der behøves nye tiltag for at øge konkurrencen i tildelingen af PSO-kontrakter, herunder forholdene i de konkrete udbudsrunder (Jensen og Sperling 2016).

Den 'vedtagne' forestilling om PSO'en som en afgift, er en politisk floskel, der blokerer for rational økonomisk erkendelse og dermed for en rationel økonomisk organisering af et centralt og bærende element i energisystemet.

6.2.2. ALLOKERING AF KAPITAL MELLEM INVESTERINGER I KONKURRERENDE INFRASTRUKTUR

Som skitseret er der to alternative, delvist konkurrerende infrastrukturer til løsning af integrationsbehovet. Den ene løsning er ekstern integration, hvor investering i internationale elforbindelser kobler den fluktuerende elproduktion med udenlandsk efterspørgsel. Den anden løsning er øgede investeringer i intern integrationskapacitet; dvs. en Smart Energy

Systemsb (SES) infrastruktur inkluderende blandt mange andre elementer, en åbning mellem el- og varmemarkedet gennem investering i store varmepumper. Med til SES-infrastruktur hører også fleksible kraftvarmeanheder og på længere sigt elektrolyseanlæg mv. for udbygning af forbindelsen til transportsektoren.

Selv om de to alternativer til dels er konkurrerende alternativer, er den mest hensigtsmæssige løsning næppe et spørgsmål om 'enten eller' Det er en 'både og' løsning. Spørgsmålet er imidlertid hvilken balance mellem investeringer i ekstern og interne løsninger, der sikrer det mest effektive energisystem. For at samfundet kan finde denne balance, kræves det, at de rette institutionelle strukturer er på plads.

Konstruktion af disse strukturer er udfordret af det økonomiske dilemma, omkring hvordan man prissætter kapitalintensive infrastrukturer med lave marginalomkostninger.

Investeringer i varmepumper er i denne sammenhæng hæmmet af afgiftsstrukturen, som det er blevet gennemgået afsnit 6.1.2 andetsteds i skriftet. Denne skævhed bliver yderligere forstærket af prisstrukturen for den eksterne integrationsløsning, dvs. de gældende nettariiffer. Disse nettariiffer er ikke omkostningsrigtige, hvorfor de ikke bidrager til at sikre en efficient allokering.

Et eksempel på denne skævhed er at finde i den forhøjede net-tarif, som følge af bygningen af COBRA-kablet mellem Danmark og Holland. Med en kalkulationsrente på 4 procent er den beregnede omkostning for kablet omtrent 1,5 øre per overført kilowatt-time gennem kablets levetid (egne beregninger). Denne omkostning af international handel af el mellem Danmark og Holland bliver dog ikke internaliseret hos de handlende parter. I stedet finansieres infrastrukturen af det samlede danske elforbrug. Blandt andet af denne grund, bliver elhandlen mellem Danmark og Holland kun belastet med en 'transportomkostning', der er en femtedel af den reelle omkostning.

Øgede nettarif som følge af COBRA²²	Beregnete omkostning for COBRA²³
0,3 øre/kWh	1,5 øre/kWh

Denne tarifstruktur stimulerer dermed en stadig udbygning af elnet over landegrænser, da de fulde omkostninger ved elhandel over landegrænser ikke afholdes af handlens parter. Disse selskabsøkonomiske incitamenter resulterer i en 'over-trafik' på elforbindelserne, der sender et signal til de systemansvarlige om at investere yderligere i elnettet.

Udover at tippe balancen mellem ekstern og intern, er der også et omfordelingsaspekt, da kortdistancehandel subsidierer langdistancehandel.

²² Kilde: (Energinet.dk 2015d)

²³ Beregningerne er foretaget på baggrund af oplysninger fra Tennet omkring den forventede årlige, overførte energimængde samt tekniske forudsætninger i form af kablets levetid og tilgængelighed (Hoveijn 2013). Investeringsomkostningen er kendt fra Energinet (Energinet.dk 2015d). På basis af disse oplysninger er omkostningen per overført kilowatt-time via kablet beregnet med en rente på 4 procent.

Givet manglen på selskabsøkonomiske incitament, bliver ansvaret for den dynamiske udvikling af elnettet lagt i hænderne på den systemansvarlige (TSO). TSO's forudsætninger for at kunne løfte denne opgave undersøges i Case 2 på side 78.

KAPITEL 7. FEM CASES FRA DEN DANSKE ENERGIØKONOMI

Case-studierne i dette kapitel er alle eksempler på teknisk og/eller institutionelt lock-in, som opstår på baggrund af et manglende teknisk/institutionel analytisk niveau. Alle de valgte cases har betydning for udviklingen i fjernvarmesektoren.

7.1. CASE 1: EL-EKSPORTENS OFFEROMKOSTNING

I forlængelse af det indledende teoriafsnits definition af den kollektive offeromkostning, er formålet med dette afsnit at forsøge at kvantificere eleksportens offeromkostning. Som illustreret i Kapitel 6, er de eksisterende tarif- og afgiftsstrukturer ikke omkostningsrigtige, hvorfor allokeringen af el mellem geografisk lokaliserede anvendelser ikke kan antages at være 'optimal'.

Denne case forholder sig til allokering af el under den nuværende infrastruktur, dvs. den forholder sig til den empiriske eksport. Den næste case adresserer selve investeringerne i konkurrerende infrastrukturer.

Gennemgangen af afgiftsstrukturen omkring fjernvarmesektoren samt analysen af elsystemets nettarifstruktur indikerer, at der må forventes økonomisk suboptimal udnyttelse af elektricitet i det danske varmemarked. Det kan samtidig konstateres, at betydelige mængder energi eksporteres gennem elnettet. Dette indebærer først og fremmest, at vindenergi med elektricitet som energibærer må forventes at blive allokeret inefficent, mens energibehovet i varmesektoren i stadigt stigende omfang mødes ved brug af biomasseressourcer. Den empiriske eleksport er et resultat af optimerende økonomiske adfærd af energimarkedets aktører. Denne økonomiske adfærd foregår under de eksisterende konkrete institutionelle struktur, som i det foregående er vist at være inefficente. Klassificeringen af de nuværende institutionelle strukturer som inefficente er sket ud fra et *energi-system*-perspektiv, i modsætning til et mere snævert *el-sektor*-perspektiv. Udkommet af denne konkrete institutionelle struktur vil således også blive vurderet i et energisystemperspektiv. Mens den internationale handel med elektricitet kan forekomme fornuftigt set i en snæver elsektortilgang, kan det forholde sig anderledes, når denne handel undersøges ved inddragelse af alternative allokeringer i energisystemet. Formuleret i økonomiske termer, risikerer en ren elsektor-evaluering at overse de fulde offeromkostninger ved den internationale elhandel. I kontekst af de samtidige lave priser på Nord Pool, har tidligere arbejder ligeledes påpeget, at den eksporterede el kan have en potentiel alternativ værdi i varmemarkedet (Hvelplund et al. 2013).

Disse teoretiske ræsonnementer fører til en forventning om, at de institutionelle barrierer mellem varme- og elmarkederne, samt tarifstrukturens tilskyndelse til transport af energi over lange afstande, samlet set resulterer i et overforbrug af brændsler i fjernvarmesektoren og en unødvendig høj eksport af elektricitet. For at undersøge den økonomiske netto-effekt fra eleksport, vil det følgende afsnit forsøge at estimere en foreløbig indikation af størrelsen af de allokermæssige tab, der følger af den beskrevne forvridning i de privatøkonomiske incitament.

Det er relevant med et par overordnede bemærkninger til metoden, der danner grundlag for de følgende beregninger. Eksport bruges i beregningen som en proxy for eloverløb og er som sådan også som en proxy for 'overskydende' vindenergi. I et økonomisk perspektiv betyder dette, at produktionen, der eksporteres ikke er direkte udløst af den eksterne betalingsvillighed. I et 'normalt' marked ville eksporten kunne betragtes om en ekstra produktion i forhold til den lukkede økonomi, som aktiveres som følge af adgangen til større markeder gennem det eksterne prissignal. Det er ræsonnementet i dette skrift, at vindmøller i vidt omfang ikke reagerer på prissignaler. En vindmølle har ikke nogen væsentlig offeromkostning ved at producere, da energiresourcen, vinden, ikke kan lagres til senere brug, men må udnyttes i øjeblikket, den er til stede. Det vil sige, at de marginale produktionsomkostninger for vindenergi er omtrent nul. Derfor må det forventes, at vindmøller ikke reagerer på prissignaler, så længe disse er positive. Så hvis markedsprisen øges fra eksempelvis 10 øre/kWh til 15 øre/kWh gennem adgangen til nye (udenlandske) elmarkeder, kan det ikke forventes, at denne prisstigning øger vindproduktionen. Eksporten af vindenergi, såvel som vindenergiproduktionen generelt, må betragtes som teknisk bestemt og ikke værende påvirkelig af efterspørgselssidens betalingsvillighed. Det er således som udgangspunkt ikke nogen økonomisk problemstilling, hvorvidt en vindmølle bør producere når vinden blæser. Den økonomiske problemstilling vedrører alene, hvordan vindenergien bør allokere. Der kan selvfølgelig være tekniske grunde til at afbryde en vindmølle ('wind curtailment'), men en sådan tekniske begrundet handling vil som udgangspunkt repræsentere et økonomisk tab, da de marginale produktionsomkostninger er nul.

Det er muligt, at der kan identificeres tilsyneladende allokeringstab ud fra en marginalbetragtning, men at disse marginale potentialer ikke kan finansiere investeringer i eksempelvis en varmepumpeinfrastruktur, som er forudsætningen for at realisere de eventuelle potentialer. Derfor vil de beregnede marginale allokeringstab under de nuværende strukturer blive sammenholdt med investeringsomkostningen i en given varmepumpekapacitet. En mere detaljeret beskrivelse af beregningsmetoden følger i næste afsnit.

Metode

Med henblik på at undersøge den aktuelle størrelse af de forventede allokeringstab, estimeres eksportens offeromkostning på baggrund af empiriske eksportdata fra 2013 (Energinet.dk 2015b). Beregningerne er baseret på data for prisområdet DK-1 (Danmark vest for Storbælt), men offeromkostningen er kun beregnet for eksporten til andre lande. Således er handlen mellem de to danske prisområder DK-1 og DK-2 ikke en del af beregningen. I forlængelse af det analytiske fokus på samspillet mellem el- og varmesektoren er den inddragede offeromkostning for eksporten defineret som den alternative markedsværdi af elektricitet i varmesektoren. Det antages, at det elektriske input til fjernvarmesektoren konverteres til varme med en COP-faktor på 3 og erstatter biomassefyrede kedelproduktion med en effektivitet på 90%. Biomasse er en temmelig heterogen ressourcekategori. Tre underkategorier af biomasse er anvendt i analysen: Halm, træflis og træpiller. Priserne på biomasse baserer sig på data fra Energistyrelsen (Energistyrelsen 2016a).

Hvis den tekniske kapacitet for integration af elektricitet i transportsektoren bliver etableret i de kommende år, vil denne alternative anvendelse også udgøre en offeromkostning for eksport. For nuværende er det kun den alternative anvendelse i varmesektoren, som medtages i analysen.

For at bestemme det årlige allokeringstab trækkes værdien af den estimerede offeromkostning fra den empiriske omsætning for el-eksporten. Den sidste variabel beregnes ganske simpelt ved, at net-eksporten af energi på timebasis multipliceres med prisen i de givne timer. Både værdien af eleksporten såvel som den hypotetiske offeromkostning beregnes på timebasis og opsummeres for et helt år.

Litteraturen inden for tekniske systemanalyser har foreslået en varmepumpekapacitet i den danske fjernvarmesektor på ca. 500-1000 MWe (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015) (Dansk Energistyrelsen 2014) (Mathiesen, Lund, og Karlsson 2009). En kapacitet på 500 MWe er blevet anvendt i denne analyse, hvilket betyder, at maksimalt 500 MWh/h af den eksporterede elektricitet kan konverteres til brug i varmesektoren. Det antages, at varmesektoren altid kan aftage varmeoutputtet fra varmepumpekapaciteten (1500 MJ/s).

På basis af de estimerede årlige, marginale allokeringstab, er det muligt at beregne nutidsværdi investeringen i 500 MWe varmepumper i den danske fjernvarmesektor,

Den anvendte investeringsomkostning for varmepumpekapaciteten er en nettoinvestering, hvor den alternative investeringsomkostning for biomassekedler med et tilsvarende varme-output er fratrasket. Det vil sige, at varmepumpekapaciteten er antaget at erstatte kedler, der endnu ikke er blevet bygget. Denne antagelse hviler på den empiriske tendens til en stadig øget kapacitet af biomassekedler i fjernvarmen. Bruttoinvesteringen for varmepumper antages at være 2,5 MEUR/MWe. Denne værdi er et skøn til dels baseret på Energistyrelsens teknologikatalog, men denne kilde angiver omkostninger med varmesiden som reference. I nærværende kontekst ønskes en investeringsomkostning som funktion af el-siden. De fratrakne investeringsomkostninger for kedelkapaciteten er baseret på data fra Energistyrelsen (Danish Energy Agency 2015). De resulterende netto-investeringsomkostninger er vist i tabel 2. En rente på 4 procent er blevet anvendt, da det er den aktuelle politiske standard i dansk energiplanlægning (Finansministeriet 2013). Den forudsatte levetid for varmepumper er 20 år.

På basis af 1) de anslåede omkostninger for etableringen af en el-til-varme infrastruktur og 2) det beregnede marginale allokeringstab ved el-eksport, er det muligt at beregne nutidsværdien for etableringen af 500 MWe varmepumpekapacitet. Denne kapacitet vil udnytte elektricitet, der under de nuværende strukturer eksporteres.

Resultater

Beregningsresultaterne er præsenteret som afrundede værdier i Tabel 4. De årlige marginale allokeringstab fra el-eksporten spænder fra 70 til 180 MEUR, afhængigt af hvilken biomasse ressource der antages at blive erstattet af varmepumpekapaciteten. På baggrund af disse allokeringsmæssige tab (der hermed kan betragtes som potentielle allokeringsmæssige gevinster), kan nettonutidsværdien for investering i 500 MWe varmepumpe kapacitet estimeres.

Ved fortrængning af alle tre typer af biomasseressourcer, viser resultaterne, at en øget integration af el- og varmesektorerne i Danmark ville give et positivt samfundsøkonomisk afkast. En re-allokering af elektricitet fra eksport til den indenlandske fjernvarmesektor viser sig dermed at være en meget attraktiv samfundsøkonomisk mulighed.

	Årlige allokeringsmæssige tab ved eleksport, mill.kr.	Netto- investeringsomkostning for 500 MWe varmepumpe-kapacitet, mill.kr	Nutidsværdi af 500 MWe varmepumpe- kapacitet, mill.kr (i=4%)
Varmepumpe erstatte halm	525	375	6750
Varmepumpe erstatte træflis	750	375	9825
Varmepumpe erstatte træpiller	1350	4875	13460

Tabel 4: Årlige allokeringstab ved eleksport og den samfundsøkonomiske værdi af varmepumper.

Det kan diskuteres, om hele mængden af den nuværende el-eksport skal omdirigeres til fjernvarmesektoren. Mens den teoretiske behandling fokuserer på vindenergi, vil noget af den eksporterede elektricitet empirisk komme fra kulfyrede kraftværker. Men hvis den fortsatte udbygning vindkraft og solceller fastholdes, vil el-eksporten gradvist blive stadigt mere domineret af vedvarende energi.

Eftersom megen kraftvarmeproduktion kan være varmbunden, kan der også tænkes at være et økonomisk ræsonnement i at anvende denne elektricitet i varmepumper. Især hvis alternativet er kedelproduktion. En motivation for alligevel at søge at begrænse brugen af el, når vinden ikke blæser, kan findes i behovet for at minimere kapacitetsomkostningerne.

Generelt skal det naturligvis holdes for øje, at de præsenterede beregninger baserer sig på historiske data. Reformforslag skal naturligvis orientere sig mod fremtidige data – som dog per definition er ukendt. Den forventede udbygning af vindkraftkapacitet vil sandsynligvis øge 'overskydende' produktion i den danske elsektor. Det må derfor forventes, at denne udvikling yderligere vil øge de allokeringsmæssige tab, hvis den eksisterende institutionelle struktur bevarer. Det må derfor være af høj prioritet at gennemføre institutionelle reformer i energisektoren, der reducerer de samfundsøkonomiske tab.

7.2. CASE 2: KABELØKONOMI

”Formålet med COBRAcable er at forbedre sammenhængen med det europæiske transmissionsnet ved at øge udvekslingen af overskydende vindenergi med nabolandene og styrke infrastrukturen, forsyningssikkerheden og markedet” (Energinet.dk 2015d)

Beregningerne i Case 1 indikerer, at offeromkostningen ved den nuværende eleksport er større end indkomsten. Det kan samtidig konstateres, at der i de kommende år er lagt op til at investere i yderligere kapacitet for eksport og import af el mellem Danmark og andre lande. COBRA-kablet er en kommende transmissionsforbindelse mellem Danmark og Holland med en kapacitet på 700 MW, som er godkendt af energiministeren og er i planlægningsfasen (Klima- energi- og bygningsministeriet 2014). Derudover arbejder Energinet på etableringen af en ny 1400 MW elforbindelse til England, Viking Link (Energinet.dk 2016e). Sidstnævnte projekt nødvendiggør i øvrigt yderligere investeringer i det indenlandske transmissionsnet (Energinet.dk 2015a).

Det indledende citat fremhæver de offentligt formulerede motiveringer for investeringen i COBRA. I den samfundsøkonomiske vurdering af COBRA specificeres det, at forbindelsen *”...vil styrke både integrationen af vindkraft, konkurrencen på elmarkedet og forsyningssikkerheden (effekttilstrækkeligheden i Vestdanmark) ”* (Energinet.dk 2013). *Integration af vindkraft* samt *forsyningssikkerhed* kan betragtes som to objektivt værdifulde parametre, der relaterer sig til de tekniske problemstillinger forbundet med transitionen til vedvarende energi. Det sidste hensyn, at styrke konkurrencen på elmarkedet, må snarere betragtes som et middel til at nå andre sociale mål. Mangel på konkurrence kan selvsagt være u hensigtsmæssigt. Det kan også hævdes, at konkurrencen på elmarkedet er midlet, der sikrer integration af vindkraft og forsyningssikkerheden. Der foreligger dog ikke nogen henvisninger til hvilke konkrete konkurrencemæssige problemer, investeringen i kablet adresserer. I Kapitel 6 er de konkurrencemæssige forhold i energisektoren vurderet, og det konkluderes, at investeringer i elforbindelser ikke nødvendigvis styrker en hensigtsmæssig konkurrence; tværtimod er udbygningen af elnettet en integreret del af et strukturelt konkurrenceproblem mellem forskellige energiinfrastrukturer. Det vil sige, at det væsentlige konkurrenceproblem i den danske energisektor, omhandler konkurrencen mellem forskellige infrastruktur-løsninger. Konkret er der identificeret væsentlige barrierer mellem SES-infrastruktur og den traditionelle udbygning af elnettet²⁴.

Det er blevet klargjort i Kapitel 6, at de gældende privatøkonomiske betingelser stimulerer en markedsudvikling mod stadig øget international elhandel; en udvikling, der vil nødvendiggøre vedvarende investeringer i udvidelse af elnettet. Men som kapitlet også demonstrerede, er problemet, at de privatøkonomiske rammer er præget af en afgifts- og tarifstruktur, der ikke er omkostningsrigtig, og dermed ikke alene kan sikre en efficient allokering. I fraværet af hensigtsmæssige selskabsøkonomiske strukturer, bliver de samfundsøkonomiske vurderinger så meget desto mere central for at sikre en omkostningseffektiv udvikling af energisystemet.

²⁴ Ved 'SES-infrastruktur' henvises til den nødvendige tekniske infrastruktur i et Smart Energy System. Et meget aktuelt enkeltelement af denne infrastruktur er store varmepumper i fjernvarmesektoren.

Den samfundsøkonomiske opgave med at finde balancen mellem intern integration og ekstern integration er *de facto* placeret i den danske TSO Energinet.dk. Principielt har Energinet kun ansvar for at sikre den nødvendige udbygning af elnettet, men da den interne integration er institutionelt svagt funderet, bliver det i realiteten Energinets investeringsbeslutninger i elektriske netforbindelser, der skaber den fremtidige balance mellem intern og ekstern integration. Disse forhold vil blive uddybet i det følgende.

Ud fra et energisystemperspektiv er der tre problematiske forhold omkring den danske TSO's ageren i denne proces

- Et institutionelt problem: Energinet har kun mulighed for at investere i kabler og kan ikke investere i SES-infrastruktur. Som *handlende* organisation er Energinet dermed *biased* mod ekstern integration.
- Et metodisk problem: Optimeringen baserer sig fortrinsvist på (el)priser.
- Et organisatorisk problem: Beslutningsgrundlaget er ikke tilstrækkeligt transparent for offentligheden, da centrale antagelser og resultater i den samfundsøkonomiske analyse hemmeligholdes.

Det vil i dette kapitel blive vist, at disse tre problemer er sammenhængende. Det ville blive gjort gennem en konkret institutionel analyse.

Formålet med denne case er:

- At beskrive sammenhængen mellem det institutionelle og metodiske lock-in, der omkranser Energinet.dk, og som risikerer at føre til overinvesteringer i udenlandsk integration og dermed underinvestering i indenlandsk integration. Den vises også, at det organisatoriske lock-in i form af censurerede cost-benefit analyser er en konsekvens af det institutionelle og metodiske lock-in. Denne organisatoriske lock-in forstærker yderligere energisystemets lock-in i den internationale elsektor.
- At give et regneeksempel på en samfundsøkonomisk vurdering af COBRA-kablet med inddragelse af elhandlens offeromkostning. Dette regneeksempel har en eksplorativ karakter, hvilket er nødvendiggjort og motiveret af den manglende offentlighed omkring Energinets egne beregninger. Regneeksemplet vil fokusere på levering af to ydelser; integration af overskydende vindproduktion (eloverløb) og tilvejebringelsen af back-up kapacitet i elsystemet.

Det institutionelle lock-in

Elsystemet var fra midt-halvfemserne til start-00'erne gennem en liberaliseringsproces, hvor ejerskabet af elnettet blev adskilt fra ejerskabet af elproduktionskapacitet gennem såkaldt *unbundling*. Denne unbundling-proces forekommer at være succesfuld gennemført. Men uagtet denne succesfulde unbundling fra *elproduktionen* er TSO stadig indlejret i *elsektoren*. De koordineringsmæssige udfordringer, der følger med en optimering på tværs af energisektorerne er ikke tænkt ind i reformen af elsystemet. Lov om Energinet.dk bemyndiger ikke TSO'en kompetence til at investere i andre typer infrastruktur end el- og gasnet.

Energinet har dog mulighed for at oprette såkaldte "strategiske reserver" til brug "i helt særlige situationer, hvor markedet ikke selv kunne lave balance mellem udbud og efterspørgsel"(Energinet.dk 2015b). Dette kan eksempelvis bestå i opretholdelse af en vis

kapacitet af kraftværker, og findes gennem et udbud. Eksempelvis annoncerede Energinet i juli 2015 et udbud på 200 MW i Østdanmark for perioden 2016-2018, da det vurderedes, at markedet ikke ville kunne opretholde en tilstrækkelig forsyningssikkerhed på Sjælland i denne periode (Energinet.dk 2015e). I december 2015 blev dette udbud annulleret, da EU-kommissionen vurderede, at det var i strid med statsstøtteregelejerne (Energinet.dk 2015b).

Den indre institutionelle begrænsning, der ligger i den national lovgivning omkring TSO, forstærkes gennem ydre institutionelle forhold i form af en veletableret europæisk diskurs indenfor udbygning af elforbindelser. Eksempelvis etableringen af ENTSO-E, som er en sammenslutning af europæiske TSO'er (ENTSO-E 2016), der blev etableret som et middel for udviklingen af det indre europæiske energimarked (ENTSO-E 2016)(EUR-lex 2009). Derudover yder EU tilskud til etableringen af visse internationale elforbindelser. I COBRACasen nævnes dette tilskud som værende afgørende for kablets samfundsøkonomiske rentabilitet (Energinet.dk 2013). Umiddelbart er det overraskende, at tilskud medregnes i den samfundsøkonomiske analyse, da dette ikke er normal praksis og som udgangspunkt er metodisk problematisk²⁵. Metoden kan dog forsvares såfremt, at det vurderes, at det gennem etableringen af en elforbindelse mellem to lande generes positive *spill-overs* hos tredjepartslande; dvs. positive eksternaliteter hvis samfundsøkonomiske værdi er større eller lig med tilskuddets størrelse. Såfremt denne præmis er opfyldt, resterer der dog stadig en institutionel slagside, da potentielle positive eksternaliteter ikke er tilsvarende internaliseret i forhold til interne integrationsløsninger. Mens internationale elforbindelser subsidieres, beskattes eksempelvis el-til-varme ganske kraftigt, som redegjort for tidligere. Det samlede institutionelle set-up bestående af afgifter, elsystemets tarifstruktur, EU-tilskud samt lovgrundlaget for TSO'ens aktiviteter er systematisk til fordel for eksterne integrationsløsninger.

Det metodiske lock-in

Analysen af det metodiske lock-in vil tage udgangspunkt i COBRA-kablet, der bygges til at forbinde Danmark og Holland. COBRA bygges i et samarbejde mellem Energinet.dk og Tennet, der er TSO i Holland. TSO'ernes samfundsøkonomiske vurdering af COBRA er foretaget på baggrund af beregninger i modellen BID (Hoveijn 2013). BID er en model udviklet af Econ Pöyry i Oslo (Energinet.dk 2016a), der kan simulere udbud og efterspørgsel i elmarkeder (Pöyry 2016). Forudsætningerne for denne beregning er ikke tilgængelig for offentligheden, hvilket i sig selv er et samfundsøkonomisk problem, der bliver behandlet senere i teksten. Energinet har offentliggjort en censureret version af den samfundsøkonomiske analyse (Energinet.dk 2013). Dette skrift giver ikke nogen oplysninger omkring de anvendte antagelser om niveauet for intern integration, som ligger til grund for den økonomiske vurdering af kablet, ligesom det ikke eksplicit diskuteres, hvorvidt der eksisterer allokeringsmæssige alternativer til eksporten af elektricitet. Det må dog antages, at der er inkluderet et vist niveau af varmepumpekapacitet i den modellerede indenlandske el-efterspørgselsfunktion. Da disse niveauer ikke oplyses for den specifikke case, må man ty til Energinets generelle analyseforudsætninger, som er offentlige.

I analyseforudsætningerne fra 2015 oplyses et elbehov fra store varmepumper på 0,354 TWh i 2020 og 1,462 TWh i 2035 (Energinet.dk 2015c). I tillæg antages det, at elkedler forbruger 0,18 TWh i 2020 og 0,52 TWh i 2035. Disse tal skal ses i sammenhæng med et forventet

²⁵ Tilskud og skatter er blot et udtryk for en økonomisk omfordeling og derfor som udgangspunkt irrelevante for vurderinger i ændringer i den samlede økonomiske værdiskabelse.

fremtidig fjernvarmebehov på 35 TWh/år (Energinet.dk 2015c). Hvis man antager en gennemsnitlig COP-faktor på 3 for varmepumpekapaciteten, vil den totale el-til-varme-konvertering udgøre omkring hhv. 3,5 og 14 procent af det samlede fjernvarmebehov i 2020 og 2035.

Udover den politiske-institutionelle slagside, som redegjort for i afsnittet ovenfor, tegner der sig også et billede af en metodisk slagside. TSO'en baserer sine investeringer på basis af en forventet udvikling i intern integration. Da denne udvikling ikke er institutionel endogeniseret i TSO'ens organisation, eksogeniseres disse variable også i TSO'ens samfundsøkonomiske metode. Prognoserne for den eksogene udvikling indenfor eksempelvis el-til-varme infrastruktur afspejler de nuværende institutionelle forhold, hvor investeringer i store varmepumper forhindres af den nuværende afgiftsstruktur. På den måde forvrider den nuværende skævhed afgiftsstrukturen ikke kun de selskabsøkonomiske incitamenter på fjernvarmeniveau, men påvirker også indirekte de samfundsøkonomiske beregninger på TSO-niveau. Denne skævhed i den samfundsøkonomiske analyse forstærkes af de europæiske tilskud til investeringer i eltransmission, da dette tilskud medregnes som en gevinst.

Det organisatoriske lock-in

Vi kan ikke sige, præcist hvor stort overskuddet vil blive. Det skyldes, at vi senere, hvis ministeren godkender investeringen, skal forhandle med de firmaer, der kan levere kabler, master osv. Hvis de på forhånd ved, hvad Energinet.dk er villig til at betale, vil det stille Energinet.dk – og dermed elforbrugerne – i en dårligere forhandlingsposition. Det vil risikere at fordyre projekterne. Derfor er vi på samfundets vegne nødt til at holde nogle kort tættere til kroppen.(Energinet.dk 2016d)

De samfundsøkonomiske beregninger, som danner det faglige grundlag for investeringer i udlandsforbindelser er skjult for offentligheden. Dette er aktuelt gældende for såvel COBRACable, som Viking Link og Vestkystforbindelsen (Energinet.dk 2013)(Energinet.dk 2015a). Denne lukkethed kan ses som et resultat af de institutionelle og metodiske begrænsninger, som der er redegjort for. Som det fremgår af citatet ovenfor, begrundes den organisatoriske lukkethed med hensynet til ikke at afsløre sin betalingsvillighed overfor leverandører af kablet og andre tekniske installationer.

Betalingsvillighed afspejler altid dels konkrete behov (i dette tilfælde samfundets behov for at kunne håndtere og integrere fluktuerende energi), dels tilgængelige alternative løsninger, der kan opfylde disse behov. I den samfundsøkonomiske analyse af ekstern integration som løsning på det samfundsmæssige behov, forholder Energinet sig kun til elpriser. De alternative allokeringsmuligheder inddrages ikke i væsentligt omfang, som redegjort for ovenfor. Heller ikke gennem elpriserne, da varmesektoren ikke er effektivt internaliseret i elpriserne. Disse metodiske antagelser skyldes næppe mangel på teknisk kendskab, men nærmere den regulatoriske kontekst, hvor lovgivningen ikke bemyndiger TSO'en til at bygge SES-infrastruktur, dvs. det institutionelle lock-in, som er beskrevet tidligere. Denne case af prisfundamentalisme er interessant, da det dermed formentlig ikke er et resultat af et utilstrækkeligt fagligt miljø. Derimod hænger det formentlig sammen med reguleringen af organisationen gennem lovgivningen. Prisfundamentalismen er så at sige institutionaliseret. Denne metodiske svaghed får en direkte konsekvens for Energinets forhandlingsposition.

I det metodiske grundlag har Energinet konkrete antagelser om et lavt niveau af el-til-varme integration, som redegjort for i det foregående afsnit. Disse antagelser hænger naturligt sammen med den manglende kompetence i lovgrundlaget. SES-infrastruktur bliver eksogen til organisationen og dermed også eksogen i den af organisationen anvendte analytiske metode. Konsekvensen af denne institutionelle-metodiske dynamik er en organisatorisk svaghed, hvor TSO'en får en strukturel dårlig forhandlingsposition overfor leverandørerne. Denne dårlige forhandlingsposition retfærdiggør efterfølgende lukketheden om analysearbejdet og hemmeligholdelsen af beslutningsgrundlaget.

Hermed er vi endt med ikke bare et demokratisk problem, der følger af beslutningsgrundlagets hemmeligholdelse, men også et institutionel problem i det energiøkonomiske system. Under den givne institutionelle struktur, kan det ikke forventes, at de mest omkostningseffektive løsninger vil blive fundet. Hvis Energinet derimod metodisk såvel som institutionelt var åben overfor andre løsninger, dvs. man mere systematisk inddragede potentielle offeromkostninger, ville man også have en bedre forhandlingsposition i det kommercielle marked. En mere systematisk inddragelse af potentielle offeromkostninger indebærer en systematisk inddragelse af de alternative investeringsmuligheder i SES-infrastruktur.

Med en bedre forhandlingsposition ville man ikke have grund til at våge over sin betalingsvillighed og træffe investeringsbeslutningerne bag lukkede døre. Man ville derimod være i stand til at fremlægge sine analyser på et åbent grundlag. Denne åbne proces ville på den anden siden at gøre det muligt at udbygge dialogen med resten af energisystemets aktører. En sådan åbenhed ville potentielt kunne gøde en positiv selvforstærkende proces. Modsat under de nuværende forhold, hvor organisationens lukkethed, de metodiske valg og den ydre regulerende institutionelle ramme er tre sider af samme sag.

7.2.1. METODE FOR ØKONOMISK VURDERING AF UDLANDSFORBINDELSER

Ovenstående gennemgang har skitseret nogle suboptimerende strukturer bag investeringerne i ekstern integration. Formålet med dette afsnit er at demonstrere en metode for vurdering af det samfundsøkonomiske potentiale i udlandsforbindelse. I det følgende vil der blive lavet en eksempelberegning, hvor offeromkostningen ved en alternativ løsning er indregnet. Hermed frigøres den samfundsøkonomiske analyse fra den metodiske begrænsning, der ligger i, at tage udgangspunkt i eksisterende institutionelle strukturer. Beregningen har som tidligere nævnt en eksplorativ karakter, og har til formål at påbegynde en afdækning af de samfundsøkonomiske perspektiver af investeringer i øget international elhandel.

Problemet med den nuværende vurderingsproces for investeringer i udlandsforbindelser er, at den er funderet i et institutionelt lock-in, der udmønter sig i både metodiske og organisatoriske begrænsninger. Disse begrænsninger består i manglende evne til systematisk at vurdere de mulige alternativer i forhold til at løse et givent problem. Dette indebærer, at der ikke er nogen systematisk inddragelse af offeromkostningsbetragtninger i forhold til de konkrete beslutningsprocedurer. Baseret på den tekniske litteratur, som blev gennemgået i Kapitel 4, kan de relevante offeromkostninger for eksporteret energi være associeret med anvendelse i varme – og transportsektoren. Ligeledes kan back-up kapacitet for vindkraft alternativt sikres gennem indenlandsk kraftvarmekapacitet.

I den anvendte metode indregnes et scenarie, hvor elforbrugs- og produktionskapacitet svarende til COBRA-kablet leveres gennem varmepumper og kraftvarmekapacitet i form af gasmotorer. Der opstilles dermed to alternativer, hvor det ene er en ekstern integrationsløsning med investeringen i 700 MW elforbindelse. Det interne integrationsalternativ er en kombineret varmepumpe- og kraftvarmekapacitet, der kan hhv. aftage og levere en eleffekt svarende til den maksimale ydelse fra en 700 MW elforbindelse til et eksternt prisområde. Valget af varmepumper og kraftvarmemaskiner er baseret på den tekniske litteratur gennemgået i Kapitel 4. Beregningen kunne godt avanceres yderligere ved at indregne eksempelvis elektrolyseanlæg og mulige anvendelser af brint. Dette ville især være relevant ved vurdering af elforbindelser med en større kapacitet. I det nærværende regneeksempel vurderes det, at varmemarkedet alene kan levere og absorbere energimængden.

Der kan fremhæves følgende begrænsninger i den anvendte metode:

- a. Lageregenskaberne er ikke inkluderet. Heri kan findes et ekstra samfundsøkonomisk bidrag. Værdien af denne lagringsservice er ikke inkluderet i beregningen.
- b. Tilsvarende er det antaget, at der ikke er nogen begrænsninger i eksport- og importkapaciteten, udover kablets tekniske begrænsning.
- c. I forhold til back-up kapacitet gennem import kan der være nogle forsyningssikkerhedsmæssige betragtninger, som ikke er værdisat i beregningen.

De største usikkerheder ved vurderingen af investeringsbeslutningen knytter sig naturligvis til fremtiden. Det er ikke kendt hvor meget energi, der vil blive handlet over forbindelsen, ligesom fordelingen mellem import og eksport er ukendt. Ligeledes kendes prisniveauerne heller ikke. Dette er en fundamental usikkerhed, som er objektivt ukendt. TSO'ernes investeringsbeslutning bygger på nogle projektioner omkring disse forhold, men disse præmisser er ikke offentliggjorte.

I stedet for at foretage egne forudsigelser omkring denne fundamentale usikkerhed, griber denne beregning det metodisk anderledes an. I stedet for at beregne rentabiliteten ud fra nogle givne præmisser om fremtidig udviklinger, afdækkes det hvilke præmisser, der skal være opfyldt, for at investeringen er rentabel. Metoden trækker dermed de præmisser frem i lyset, som er afgørende for økonomien i ekstern integration. Med dette resultat kan man dermed efterfølgende vurdere, hvorvidt man finder en sådan udvikling tilstrækkelig realistisk, og hvorvidt man vil basere sine investeringsaktiviteter på, at disse præmisser opfyldes.

Der er tre fundamentalt ukendte faktorer for elhandlen på kablet;

1. Volumen af handlen
2. Fordelingen af handlen mellem eksport og import
3. Prisniveauet for handlen, herunder både importpriser og eksportpriser.

Det fremgår af Tennets vurdering, hvilken volumen af handel man forventer på COBRA som følge af markedssimuleringerne (Hoveijn 2013). Den antagede årlige overførte mængde energi fremgår ikke direkte. Men det oplyses, at man forventer et årligt tab på forbindelsen på 166 GWh, og at dette udgør 4,1 % af den samlede årlige energioverførsel. Med disse to oplysninger kan den anslåede årlige overførsel umiddelbart beregnes. Denne handelsvolumen anvendes i denne beregning. De to andre fundamentalt usikre faktorer, fordeling mellem import/eksport samt prisniveauer, udgør de variable faktorer i den samfundsøkonomiske afdækning af potentialerne. Der beregnes et basis-scenarie, hvor fordelingen mellem import/eksport er 50/50. Dertil laves der et henholdsvis import-scenarie med en import/eksport-fordeling på 75/25 samt et eksport-scenarie med en import/eksport-fordeling på 25/75. For hvert scenarie varieres elpriserne i ti-øres intervaller fra 10-50 øre/kWh for både import og eksport. Dette giver 25 forskellige priskombinationer for hvert af de tre scenarier. Der foretages dermed samlet set beregninger for 75 forskellige udfald.

Beregningsforudsætninger

I det følgende vil der blive foretaget en nutidsværdiberegning på en transmissionsforbindelse til et udenlandsk område. Beregningen tager udgangspunkt i de tilgængelige data fra COBRA. Der regnes således på en overføringskapacitet på 700 MW. Tilsvarende er den anvendte investeringsomkostning, levetid, tab samt vedligeholdelsesudgifter baseret på tilgængelige data fra COBRA-projektet. Alle disse data er ikke tilgængelige i Energinets offentliggjorte vurdering. Kilden til kablets levetid, tab og vedligeholdelsesudgifter er således Energinets samarbejdspartner, den hollandske TSO Tennet (Disse oplysninger findes i Hoveijn (2013)). Ligeledes tages der udgangspunkt i en årlig handlet energimængde på knap 3883 GWh/år, der er baseret på oplysninger i Hoveijn (2013).

I nærværende beregning indregnes offeromkostningerne, der afledes fra den identificerede alternative løsning. Den alternative løsning er en intern integrationskapacitet, der kan absorbere 700 MW el og tilsvarende supplere 700 MW el. Til denne service vælges gasmotorer med en samlet eleffekt på 700 MW, der er tilknyttet eksisterende fjernvarmenet. Denne kapacitet vil således kunne erstatte kablets maksimale importkapacitet. Tilsvarende indebærer den alternative løsning en 700 MWe varmepumpekapacitet tilknyttet eksisterende fjernvarmenet, der dermed erstatter transmissionsforbindelsens maksimale eksportkapacitet. Denne kapacitet antages at have en COP-faktor på 3, hvilket giver en maksimal varmeeffekt på 2100 MJ/s.

Værdien af den varme, som varmepumperne og kraftvarmemaskinerne leverer, er værdisat ud fra en antagelse om, at denne varme alternativ leveres af biomassekedler. Der regnes med en ligelig fordeling mellem hhv. halm-, træflis- og træpillefyrede kedler med en gennemsnitlig varmevirkningsgrad på 90 %.

Tidshorisonten for den samlede beregning er 40 år, da dette skønnes at være den tekniske levetid for en transmissionsforbindelse svarende til COBRA (Hoveijn 2013). Den nuværende varmepumpekapacitet tilknyttet danske fjernvarmenet er negligerbar som redegjort for i Kapitel 4. Derfor vil der være tale om en ny-investering i 700 MWe varmepumpekapacitet i beregningens år 0. Denne investeringsomkostning er fastsat ud fra en netto-investeringsbetragtning, hvor investeringsomkostningen i en alternativ biomassebaseret kedelkapacitet er fratrasket. Der eksisterer allerede en stor kapacitet af naturgasmotorer i fjernvarmesektoren. Mange af disse står til at blive udfaset i 2018, hvor grundbeløbet udløber, og en stor del af kapaciteten skal samtidig gennem en hovedrenovering, hvis de skal levetidsforlænges (Energitilsynet 2014). Det er i regnestykket forudsat, at investeringen i denne levetidsforlængelse foretages i år 0, hvorefter der vil være behov for ny-investering i kapacitet i beregningens år 15.

Alle tekniske og økonomiske data for den interne kapacitet bygger på Energistyrelsens teknologikatalog (Danish Energy Agency 2015). I regnestykket antages kraftvarmeenhederne at blive drevet af naturgas gennem hele perioden. Kapaciteten vil dog også kunne omstilles til andre gasformer, når naturgassen udfases, herunder biogas og syngas (Danish Energy Agency 2015). Naturgasprisen er baseret på IEA's samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger²⁶. Der er ikke gået på naturgasprisens fremtidige udvikling. I stedet regnes der med den nuværende pris gennem hele investeringens levetid.

Det søges så vidt muligt at rense de samfundsøkonomiske konsekvensberegninger for institutionelle faktorer og dermed basere regnestykket på rene tekniske potentialer. Sådanne analyser er baseret på omkostningsdata, der implicit refererer til et objektivt omkostningsbegreb. De anvendte data i nærværende beregning er dels baseret på opgivne data fra investorerne. Dels er de baseret på energistyrelsens teknologidata samt de officielle samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger. Ligeledes regnes der med en kapitalomkostning på 4 procent, som er det officielt anbefalede inden for den danske energisektor (Finansministeriet 2013)(Energistyrelsen 2005). Såvel renten som de samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger kan givetvis indeholde (skjulte) politiske forudsætninger (herunder institutionelle forudsætninger). Dette vil dog ikke blive behandlet kritisk i dette afsnit, da sådanne diskussioner ikke skal skygge for casens egentlige metodiske pointer. Disse pointer er betydningen af offeromkostningsbetragtningen, når en elektrisk udlandsforbindelse vurderes i sammenhæng med varmeforsyningen. I de kommende år kan det blive relevant at udvide denne metode til også at inkludere flere mulige allokeringer af elektricitet. Herunder de forventede muligheder indenfor produktion af syntetiske brændsler samt en øget direkte anvendelse af el til transport.

Resultater

Resultaterne for samtlige 75 mulige udfald er rapporteret i tabellerne nedenfor. I 6 af de 75 undersøgte udfald giver investeringen en positiv samfundsøkonomi. For basis-scenariet og eksport-scenariet er det ikke muligt at realisere en positiv samfundsøkonomi inden for de

²⁶ Disse forudsætninger er hentet i Energistyrelsens forudsætninger for samfundsøkonomiske beregninger (Energistyrelsen 2016a).

undersøgte prisintervaller. De positive resultater findes i scenarier, hvor kablet blive anvendt til fortrinsvis import og denne import sker til lave priser. Hvis Danmark kan importere 75 % af den handlede energi til en gennemsnitlig importpris på 10 øre/kWh vil det således være en samfundsøkonomisk god løsning uanset eksportprisen. For en importpris på 20 øre/kWh kan det give et overskud, hvis der samtidig eksporteres til forholdsvis høje priser (fra 40 øre/kWh).

Der er således næppe samfundsøkonomisk rentabelt at investere i en 700 MW transmissionsforbindelse med henblik på at eksportere vindenergi – uanset om der kan eksporteres for op til 50 øre/kWh. Kun i et fremtidsscenario, hvor kablet bruges først og fremmest til back-up for den fluktuerende vindenergi, kan der realiseres et samfundsøkonomisk overskud – forudsat at denne back-up energi leveres til relativt lave priser.

Det forekommer umiddelbart usandsynligt, at disse præmisser vil kunne opfyldes i fremtiden. Overskydende vindenergi i andre prisområder kunne være en mulig kilde til billig import. Men i så fald skulle dette overskud være til stede i timer, hvor Danmark har brug for denne overskydende energi. Dette vil dermed kræve, at vindproduktion i Danmark og det udenlandske prisområde ikke er korreleret. Det er ikke sandsynligt, at denne situation vil indfinde sig. Dertil er det svært at forestille sig at det eksporterende prisområde vil have gavn af en sådan eksport. En tilsvarende eksportposition for Danmark indikerer et samfundsøkonomisk underskud på over 30 mia.kr.

Den gennemførte beregning har en eksplorativ karakter, der tjener til at udforske en metodeudvikling af de økonomiske vurderinger af investeringer i international elforbindelser. Resultaterne fra disse beregninger lægger op til yderligere undersøgelser og metodeudvikling, hvor flere energisystem-faktorer inddrages.

De tekniske systemanalyser, der udgør den tekniske baggrund for dette skrift, er beregnet i EnergyPLAN. EnergyPLAN kan i skrivende stund ikke simulere sammenkoblingen af flere energisystemer. Et igangværende forskningsprojekt tilsigter dog at udvikle værktøjet til at løfte sådanne opgaver (Thellufsen 2014). Når og hvis denne modeludvikling når tilfredsstillende resultater, indikerer de nærværende beregninger, at forskellige strategier for integrationen af separate energisystemer bør undergå grundige, tekno-økonomiske systemanalyser.

<i>Importpriser</i>						
Importandel =50%		10 øre/kWh	20 øre/kWh	30 øre/kWh	40 øre/kWh	50 øre/kWh
<i>Eksportpriser</i>	10 øre/kWh	-17186	-21029	-24871	-28714	-32556
	20 øre/kWh	-13344	-17186	-21029	-24871	-28714
	30 øre/kWh	-9501	-13344	-17186	-21029	-24871
	40 øre/kWh	-5659	-9501	-13344	-17186	-21029
	50 øre/kWh	-1816	-5659	-9501	-13344	-17186

Tabel 5: Basis-scenariet. De angivne resultater er i mio.kr.

Importpriser						
	Importandel =25%	10 øre/kWh	20 øre/kWh	30 øre/kWh	40 øre/kWh	50 øre/kWh
Eksportpriser	10 øre/kWh	-36005	-37926	-39847	-41768	-43690
	20 øre/kWh	-30241	-32162	-34083	-36005	-37926
	30 øre/kWh	-24477	-26398	-28319	-30241	-32162
	40 øre/kWh	-18713	-20634	-22556	-24477	-26398
	50 øre/kWh	-12949	-14871	-16792	-18713	-20634

Tabel 6: Eksport-scenariet. De angivne resultater er i mio.kr.

Importpriser						
	Importandel =75%	10 øre/kWh	20 øre/kWh	30 øre/kWh	40 øre/kWh	50 øre/kWh
Eksportpriser	10 øre/kWh	1632	-4132	-9895	-15659	-21423
	20 øre/kWh	3554	-2210	-7974	-13738	-19502
	30 øre/kWh	5475	-289	-6053	-11817	-17581
	40 øre/kWh	7396	1632	-4132	-9895	-15659
	50 øre/kWh	9317	3554	-2210	-7974	-13738

Tabel 7: Import-scenariet. De angivne resultater er i mio.kr.

Tabel med beregningsforudsætninger

Beregningsforudsætning	Antaget værdi	Kilde og evt. bemærkninger
Biomassekedel, marginal produktionsomkostning	250 Kr./MWh	Gennemsnitsomkostning hhv. for træpiller, træflis og halm med kedeleffektivitet på 0,9. Baseret på

beregninger i energiPRO		
Investering i kabel	2417 mio.kr	Den danske andel. (Energinet.dk 2015d)
Kablets tekniske levetid	40 år	(Hoveijn 2013)
Renovering af 700 MW kraftvarme	2141,02 mio.kr	0,41 MEUR/MW (Danish Energy Agency 2015)
Investering i 700 MW kraftvarme	6527,5 mio.kr	(Danish Energy Agency 2015)
Investering i varmepumper	10652,88 mio.kr	0,68 MEUR/MJ/s (Danish Energy Agency 2015)
		COP=3
Investering i biomassefyrede kedler	10444 mio.kr	0,67 MEUR/MJ/s Kapacitet dimensioneres efter varmepumpens varmeeffekt (700 MW*(COP=3))
Handlet energi på kabel	3883 GWh/år	Beregnet på baggrund af Tennets oplysninger (Hoveijn 2013)
Kabel D&V	33,6 mio.kr./år	Tennet: OPEX=9 MEUR/år, dansk andel = 4,5 MEUR/år
Diverse drift og vedligeholdelsesomkostninger på produktionsanlæg	Baseret på data fra Energistyrelsen.	(Danish Energy Agency 2015)

7.3. CASE 3: PSO-TARIFFEN I ET INTERNATIONALT ELMARKED

"Det er vigtigt for mig at sige, at det ikke noget er problem at have PSO. Det er helt op til landet. Det, vi er optaget af, er, at man ikke diskriminerer nogle, som f.eks. tilfældigvis har sat en vindmølle op på den anden side af den dansk-tyske grænse"

Margrethe Vestager, EU's konkurrencekommissær (energiwatch.dk 2016)

Den danske PSO-model er for tiden genstand for debat. I det følgende vil præmissen for den aktuelle debat om PSO-modellens fremtid blive analyseret. Dernæst vil de samfundsøkonomiske konsekvenser af en omlægning til finansloven blive belyst.

Denne diskussion er tilsyneladende startet på initiativ af EU-kommissionen, som hævder at PSO-modellen diskriminerer udenlandske producenter i elmarkedet²⁷. Det formodede problem er, at al elforbrug i Danmark, inklusiv den importerede elektricitet, er pålagt en PSO-betaling, mens det kun er de indenlandske producenter, som har adgang til PSO-midlerne (EU-kommissionen 2015). Dette anses af kommissionen som potentielt konkurrenceforvridende (EU-kommissionen 2015). Derfor anses den nuværende danske PSO-ordning som værende i modstrid med intentionerne om international konkurrence i elforsyningen, da PSO-tariffen opfattes som en diskriminerende afgift, og dermed er i strid med TEUF art. 30 og art. 110 (EU-oplysningen 2016). Det bør holdes for øje, at det alene er opkrævningen over elregningen, som EU-kommissionen anfægter gyldigheden af. Selve udbetalingen af PSO-midler til de strategisk prioriterede anlæg anerkendes derimod som i overensstemmelse med traktaten²⁸.

Diskriminerer PSO-tariffen udenlandske producenter?

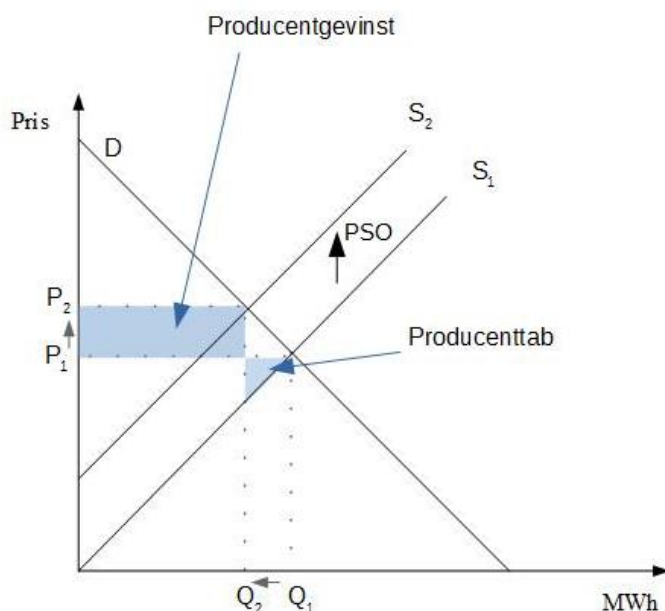
PSO-tariffen hævdes af EU-kommissionen at være en afgift, der diskriminerer udenlandske producenter i det danske elmarked. I det følgende afsnit vil argumentet for PSO-tariffens diskriminerende effekt blive undersøgt på argumentets egne præmisser. I notatets anden del vil disse præmisser blive problematiseret og de samfundsøkonomiske konsekvenser af denne fejlfortolkning blive belyst.

Den teoretiske effekt af PSO-tariffen er illustreret i Figur 16. I forhold til en markedsligevægt afledt af de kortsigtede marginalomkostninger, kan tariffen principielt skabe en omfordeling mellem danske og udenlandske producenter. Tariffen hæver forbrugerprisen, hvilket medfører

²⁷ Jeg har forsøgt at få indsigt i om der findes en officiel, skriftlig henvendelse fra EU-kommissionen til den danske regering om dette emne, da jeg gerne ville have indsigt i de præcise formuleringer. Denne henvendelse er dog ikke offentlig tilgængelig (EU-oplysningen 2016).

²⁸ Det kan i øvrigt bemærkes, at kommissionen betragter PSO-systemet som en statsstøtte. Set fra et juridisk perspektiv går dette umiddelbart imod en tidligere kendelse fra EU-domstolen, der afviste klager over lignende tyske ordninger som værende konkurrenceforvridende, da det netop var baseret på et brugerbetalingsprincip, og dermed ikke involverede statsmidler (Renner-loquenz et al. 2002). Denne tilsyneladende konflikt mellem EU-systemets udøvende og dømmende magt vil ikke blive behandlet i nærværende skrift, da det kræver en juridisk faglighed, der ligger udover nærværende forfatters kompetence. I stedet vil det følgende afsnit fokusere på en ren økonomisk analyse af den danske PSO-models teoretiske effekt i et internationaliseret elmarked.

en ny markedsligevægt, hvor den afsatte mængde på markedet reduceres i forhold til udgangspunktet. Denne reducerede handel vil være forbundet med hhv. et forbrugertab og et producenttab. Figur 16 markerer kun producenttabet, da det er den eventuelle diskriminering af udenlandske producenter, der er i fokus i denne analyse. Som markeret i figuren, giver PSO-tariffen også anledning til en producentgevinst – netop fordi, der ikke er tale om en afgift, der tilfalder statskassen, men derimod en 'brugerbetaling', der betales af forbrugerne og går direkte til producenterne. For at der kan være tale om, at denne omfordeling mellem markedspris og tarif-betaling diskriminerer udenlandske producenter, må det derfor være en forudsætning, at det er de udenlandske producenter, der bliver skubbet ud af markedet ved den højere forbrugerpris, som PSO-tariffen giver anledning til. Det vil sige, at de udenlandske producenter i den initiale ligevægt producerer i intervallet Q_2 til Q_1 . Det indebærer dermed, at udenlandske producenter, for at kunne være offer for potentiel diskriminering, nødvendigvis må have højere marginalomkostninger end deres danske konkurrenter.

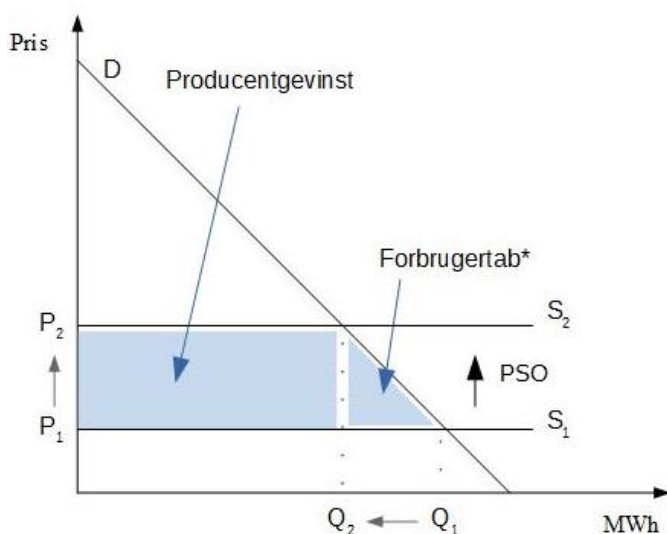


Figur 16 Teoretisk fremstilling af PSO-betalingens indvirkning på markedsligevægten. I forhold til et marked uden PSO-betaling, øges prisen, og den afsatte mængde reduceres. Det første giver anledning til en producentgevinst, mens det sidste giver anledning til et producenttab. Det er producenter i intervallet $Q_2 - Q_1$, der i denne sammenhæng lider et tab. Såfremt, at den danske PSO-model diskriminerer udenlandske producenter, må disse således optræde i dette interval, dvs. producenter med forholdsvis høje marginalomkostninger.

Dette er en vigtig erkendelse, da det indebærer, at udenlandske vind- og solanlæg næppe kan være udsat for diskrimination pga. af den danske PSO-tarif. Aktiveringen i markedet er konkurrenceudsat, og der er ikke grundlag for at tro, at vinden lige syd for grænsen koster mere, end den gør i Danmark. Da de kortsigtede marginalomkostninger for vind og sol er omtrent 0 DKK/MWh, må enhver dansk markedsligevægt være åben for konkurrence udefra, så længe der findes en positiv pris. Det kan derfor næppe være udenlandsk sol- og vindkraft, der diskrimineres af PSO-tariffen på elforbruget. Disse anlæg burde være i stand til at udkonkurrere den konventionelle danske produktion, der opererer med højere marginalomkostninger og som derfor må antages, at komme ind på markedet 'efter' de udenlandske producenter.

Et alternativt scenarie findes i timer, hvor hele det indenlandske forbrug mødes af indenlandsk sol- og vindkraft. Her kunne udenlandske producenter i princippet være taberne i forbindelse med det reducerede forbrug, som PSO-tariffen giver anledning til. Denne situation, hvor udbudskurven er vandret grundet forsyningssidens homogenitet, vil imidlertid alene give anledning til et forbrugertab og ikke noget producenttab. En situation uden producenttab kan næppe heller være diskriminerende overfor udenlandske producenter. Dette scenarie er illustreret i Figur 17.

”Forbrugertabet” bør i øvrigt ses i sammenhæng med det forhold, at priserne i et marked, der udelukkende forsynes af solpaneler og vindturbiner, vil gå mod nul, og vil dermed ikke kunne dække de langsigtede forsyningsomkostninger. Det indikerede forbrugertab er således af temmelig spekulativ og formentlig ugyldig karakter. Dette forhold uddybes i det følgende afsnit.



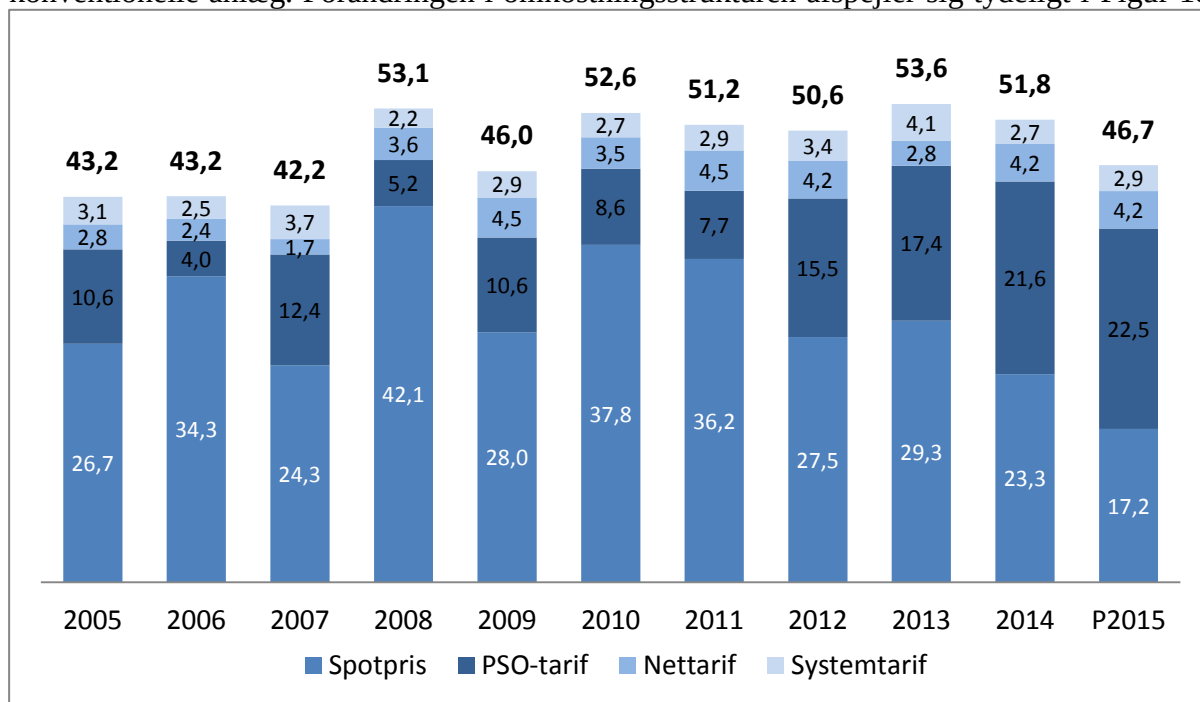
Figur 17 PSO-tariffens effekt i en situation, hvor det indenlandske elforbrug kan dækkes udelukkende af vindkraft og solpaneler. Bemærk at der intet producenttab eksisterer i denne situation. *Forbrugertabet skal ses i sammenhæng med, at dette tager udgangspunkt i en situation, hvor de fulde omkostninger ved elforbrug ikke dækkes. Den afsatte mængde Q_1 vil således næppe kunne opretholdes på lang sigt.

Fra forventet velfærdsgevinst til realiseret velfærdstab

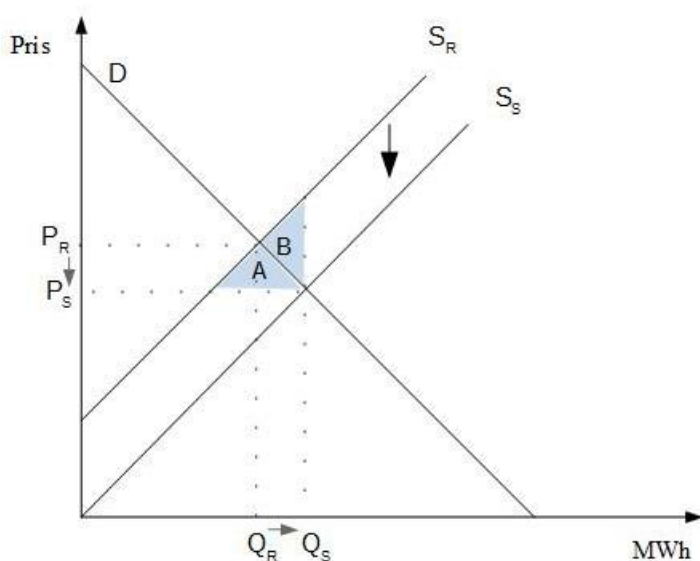
I oplægget til de politiske forhandlinger, der skal imødegå kommissionens irettesættelse, er der blevet skitseret to løsningsmuligheder. Enten skal udenlandske vedvarende energianlæg have adgang til de danske PSO-midler. Alternativt skal PSO-tariffen på elregningen afskaffes og finansieringen i stedet dækkes af øget skat på arbejde. Det sidste indebærer reelt tilskud til elforbrug, hvilket kan skabe u hensigtsmæssige forvridninger mellem forsyning- og besparelsessiden i elsystemet.

Gennemgangen i afsnittet ovenfor har accepteret præmissen, at PSO-tariffen afspejler en reel meromkostning ved energiproduktion. Imidlertid afspejler tariffen ikke en stigning i omkostninger forbundet med omlægningen i elproduktionsteknologierne. Det er ikke omkostningsniveauet, der ændres kraftigt i forbindelse med den grønne omstilling. Det er derimod omkostningsstrukturen, som ændrer sig. De kortsigtede marginalomkostninger, som afspejles i elmarkedets priser, vil i et vindkraftbaseret elsystem gå mod nul. En PSO-lignende

konstruktion er dermed nødvendig for at dække de fulde, langsigtede elproduktionsomkostninger. Der er ikke noget, der tyder på, at disse samlede omkostninger vil være højere i den vindkraftbaserede elforsyning. Derimod er en PSO-lignende tarif en permanent, økonomisk nødvendighed, givet de nuværende markedsstrukturer. Baseret på Energistyrelsens teknologidata og en kalkulationsrente på 4 procent, kan det beregnes at en landvindmølle producerer til omkring 30 øre/kWh, hvilket er lavere end konkurrerende konventionelle anlæg. Forandringen i omkostningsstrukturen afspejler sig tydeligt i Figur 18.



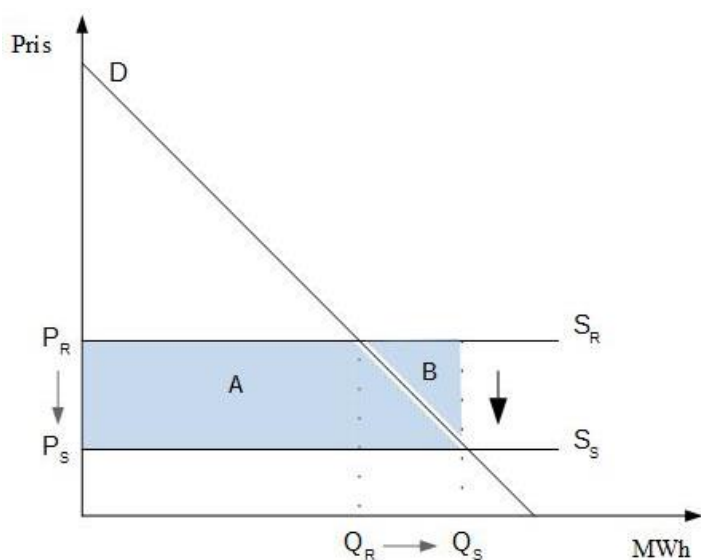
Figur 18. Udviklingen i de samlede forbrugeromkostninger til elproduktion og transmission i Danmark, 2005-2015. Kilde: Energinet.dk



Figur 19. Effekten af subsidiering af elforbrug. En fjernelse af PSO-tariffen fra elforbruget vil forskyde udbudskurven nedad, hvilket fører til fald i forbrugerpriserne og en øget afsat mængde. Den afsatte mængde vil være forbundet med en underfinansiering på elmarkedet svarende til arealet A+B. Det øgede elsalg, som en fjernelse af PSO-tariffen vil give anledning til, vil resultere i et velfærdstab svarende til arealet B.

Hvis man politisk vælger at omlægge PSO-tariffen til finansloven, vil en stadig større del af de samlede elproduktionsomkostninger blive dækket af statskassen. Der vil dermed være tale om subsidiering af elforbrug.

De principielle, allokeringsmæssige konsekvenser af at subsidiere elforbruget er illustreret i figur Figur 19. Hvis man fjerner PSO-tariffen fra elforbruget vil det betyde, at der skabes en ny subsidieret markedsligevægt (Q_S, P_S), der indebærer lavere priser og en øget afsat mængde i forhold til den omkostningsrigtige, reelle markedsligevægt (Q_R, P_R). Dette indebærer dels en underfinansiering af elproduktionen svarende til arealet A+B. En betydelig del af produktionen vil således være afhængig af indtægtskilder uden for elsektoren. Denne finansiering udefra kan give anledning til forvriddninger i andre markeder, men dette vil selvfølgelig afhænge af den konkrete finansieringskilde. Dertil er en dumpning af forbrugerpriserne årsag til et direkte velfærdstab i elmarkedet svarende til arealet B. Dette velfærdstab er grundet i, at produktionsomkostningerne for mængden $Q_S - Q_R$ er større end betalingsvilligheden. Det øgede elforbrug, som subsidieringen er årsag til, udløser dermed ikke nogen velfærdsgevinst, men derimod et velfærdstab.



Figur 20. Effekten af subsidiering af elforbrug i en elsektor forsynet med sol og vindkraft. Den principielle effekt vil være identisk med beskrivelsen under figur Figur 19, dog vil omfanget af såvel elsystemets underfinansiering som det producerede velfærdstab forventes at være af større og mere alvorligt omfang. Dette skyldes, at elbørsens priser vil gå mod nul som følge af produktionsteknologierne lave kortsigtede marginalomkostninger.

Figur 20 illustrerer effekten i et elmarked forsynet af vind og sol. I sådan et elsystem, hvor de kortsigtede marginalomkostninger er meget lave, vil gabet være meget stort mellem elbørsens rene markedspriser og de reelle produktionsomkostninger. En tilsvarende stor underfinansiering af elproduktionen vil dermed blive realiteten, svarende til arealet A+B. Ligesom i Figur 19, er den øgede afsatte mængde (Q_R til Q_S) associeret med et velfærdstab lig med arealet B.

Opsummering

En omlægning af PSO-tariffen til finansloven vil være en meget uheldig energiøkonomisk politik. Anledningen til politikforslaget er en teoretisk funderet påstand om, at opkrævningen over elregningen diskriminerer udenlandske producenter. Dette bekymrer EU-kommissionen i

forhold til overholdelse af de gældende traktater. Som det vises i denne case, er det meget svært at forestille sig, at denne diskriminering reelt finder sted. Det overses tilsyneladende, at vindkraft og solpaneler er meget konkurrencedygtige i forhold til at vinde leveringerne på elbørserne. Da disse teknologier er kendetegnede ved ekstremt lave kortsigtede marginalomkostninger, er det næppe leverancer for disse anlæg, som 'skubbes ud' som følge af PSO-tariffens teoretiske påvirkning af den afsatte mængde. Det øgede elforbrug, som følger af at PSO-tariffen fjernes, må på den baggrund formodes udelukkende at komme den konventionelle produktion til gavn. Da den konventionelle produktion ikke er støtteberettiget, må EU-kommissionens bekymring om konkurrenceforvridning således konkluderes at være grundløs.

Hvis man uanfægtet vælger at forfølge en afskaffelse af PSO-tariffen til fordel for statsstøtte til elforbrug, vil det give anledning til økonomiske fejlallokeringer. Dette skyldes, at PSO-tariffen ikke er at sammenligne med en traditionel afgift, sådan som det italesættes i debatten. PSO-tariffens nødvendighed skyldes en afgørende ændring i omkostningsstrukturen, når elsystemet radikalt forandres fra fossilt baserede produktionsteknologier til en elforsyning baseret på vindkraft. Den stigende PSO-betaling over de seneste år afspejler ikke en ændring i omkostningsniveau, men alene en ændring i omkostningsstruktur. En finansiering af elkapaciteten over statskassen vil således indebære en stadig kraftigere subsidiering af elforbruget, efterhånden som vindkraften udbygges. Dette vil ikke alene give anledning til samfundsøkonomiske forvridningstab, men også vanskeliggøre omstillingen til et vedvarende energisystem. Mens man under den nuværende konstruktion ikke påfører udenlandske producenter tab, vil Danmark ved en omlægning til finansloven således påføre sig selv unødige samfundsøkonomiske omkostninger i transitionen til et vedvarende energisystem.

7.4. CASE 4: INTERNALISERING AF EKSTERNALITETER I NEOKLASSISK VÆRDITEORI: EU-ETS

Alle markeder er politisk konstruerede. EU-ETS, det europæiske kvotemarked for CO₂-udledning, er det i udpræget grad. I dette afsnit vil denne empiriske omstændighed blive sat i sammenhæng med, hvad der betegnes som den neoklassiske værditeori.

I den gængse teoretiske behandling af EU-ETS forholder man sig ofte ikke til EU-ETS som en politisk konstruktion. Budskabet i dette afsnit er, at dette er en afgørende fejl. Budskabet er vigtigt af to grunde.

For det første fremhæves EU-ETS ofte som den bærende institution i en økonomisk efficient omstilling af energisystemet (De Økonomiske Råd 2013b). For det andet, anvendes EU-ETS også som basis for værdisætning af CO₂-udledning i den danske energiplanlægning (Energistyrelsen 2016a).

EU-ETS spiller dermed dels en rolle i de empiriske markedsprocesser ('catallaksien'). Dels spiller det en rolle i de samfundsøkonomiske analyser (Det vil sige, at værdisættelsen har relevans både for analysetype A og analysetype B, som blev gennemgået i Kapitel 3.)

Fejlen i den udbredte teoretiske behandling af kvote-markedet er, at et dominerende karaktertræk ved EU-ETS slet ikke er en del af den neoklassiske teoretiske forståelse af markedet.

I et empirisk perspektiv er den afgørende utilstrækkelighed i EU-ETS, med Buchan og Keay's ord, 'et kronisk overskud af kvoter' (Buchan og Keay 2015). Det vil med andre ord sige, at *knapheden* ikke er tilstrækkelig. Dette er et grundlæggende *økonomisk* forhold, som imidlertid sjældent søges forklaret som et økonomisk fænomen i den teoretiske forståelse af EU-ETS, eller i tolkningen af dets priser. Knaphedsforholdet fremhæves ellers ofte som et af de grundlæggende elementer i økonomisk teori og forskning, f.eks. i følgende ofte anvendte definition af økonomi (Backhouse og Medema 2009):

"Economics is the science which studies human behavior as a relationship between given ends and scarce means which have alternative uses." (Robbins 1932)

Der er generel enighed om, at knapheden af certifikater i det europæiske kvotemarked for CO₂-udledning ikke er tilstrækkelig til at sikre et effektivt prisniveau (Hu et al. 2015). Den økonomiske recession og udbygningen af vedvarende energi fremhæves ofte som forklaringer på faldende ETS-priser (De Økonomiske Råd 2013b). I den eksisterende litteratur fastslås det imidlertid, at 90% af prisvariationerne ikke kan forklares af disse forhold og således forekommer uforklarede (Koch et al. 2014). Koch et al. (2014) påpeger, at disse resultater tyder på, at man må lede efter "structural weaknesses". En sådan 'strukturel svaghed' vil blive udfoldet i det følgende.

Kritikken i nærværende tekst vil ikke tage udgangspunkt i empiriske undersøgelser, men i fortrinsvis teoretiske ræsonnementer sammenholdt med kvotemarkedets grundkonstruktion. Dette gøres, da megen af litteraturen omhandlende kvotemarkedet kan summeres som "ETS virker ikke i praksis, men i teorien virker det, så det virker". Denne case har teoretisk vinkel

på markedet, da den søger at godtgøre, at ”ETS virker ikke i praksis og det virker heller ikke i teorien, så det virker ikke”. Principielt kan en politik naturligvis godt virke i praksis, selv om den ikke virker i teorien – men dette er ikke tilfældet for ETS.

Den fremførte teoretiske kritik af ETS er egentlig af en ganske simpel og næsten banal karakter. Men perspektiverne af den relativt banale observation kan kun eksponeres ved at grave et spadestik dybere i den neoklassiske paradigmes fundering i den politiske økonomi end det neoklassiske paradigme har for vane selv at gøre. Denne fundering i den politiske økonomi har at gøre med det neoklassiske paradigmes værditeori.

I det følgende vil der først blive redegjort for nogle paradokser i den konkrete værdisætning af CO₂ i den danske energiøkonomi. Derefter vil der blive redegjort for den neoklassiske værditeori. Til sidst sættes denne værditeori i sammenhæng med den konkrete institutionelle struktur i EU-ETS.

Koks i bogholderiet: Prissætning af CO₂ i dansk energiøkonomi

Udledningen af drivhusgasser er en vigtig faktor i energipolitikken, hvorfor CO₂-udledningen naturligvis må indgå i de samfundsøkonomiske beregninger. Spørgsmålet om værdisætningen af denne omkostning rammer ind i et velbelyst problematisk forhold mellem den neoklassiske værditeori og værdisætningen af eksternaliteter.

Den neoklassiske værditeori bygger på markedspriser. En eksternalitet er per definition ikke indlejret i et marked, og dermed ikke prissat, hvilket rejser spørgsmålet omkring hvordan denne eksternalitet bør værdisættes?

Det europæiske kvotemarked for CO₂-udledning er et politisk forsøg på at internalisere eksternaliteten. Ved at konstruere et marked for handel med CO₂-kvoter dannes der en markedspris for disse kvoter. Hvordan kan vi tolke disse priser i et værditeoretisk perspektiv?

En gængs konklusion er at tolke denne pris som et udtryk for den samfundsøkonomiske omkostning på lige fod med alle andre markedspriser. Energistyrelsen anfører i sine samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, at *”Værdien af en reduktion i CO₂-udledning baseres således ikke på skadesomkostningen ved CO₂-udledning, men på den internationale handelsværdi for CO₂-kvoter.”* (Energistyrelsen 2016a) (s. 20), ligesom det antages, at CO₂-omkostningen i forbindelse med elforbrug allerede er effektivt internaliseret i elmarkedet gennem ETS: *”... der [skal] ikke regnes med økonomisk værdi af ændrede CO₂-emissioner fra ændret elproduktion, da elproduktion er underlagt CO₂-kvoteordningen, og CO₂-værdien dermed allerede er indeholdt i elprisen.”* (Energistyrelsen 2016a)(s. 21).

Det anføres i øvrigt på side 20 i samme tekst, at der regnes med forskellige priser på CO₂-udledning afhængig af om det pågældende energianlæg er inden- eller udenfor kvotesektoren. Konsekvensen af denne metode er, at den samfundsøkonomiske omkostning ved CO₂-udledning gøres institutionelt betinget. Energistyrelsen er i dette ræsonnement således på linje med De Økonomiske Råd, hvis praksis blev kommenteret i fodnote 18 på side 49 i kapitel Kapitel 5. Uden at gå ind i en dybere kritik af denne tankegang, skal det blot gentages, at det forekommer at være et særdeles problematisk ræsonnement. Man må i en samfundsøkonomisk vurdering søge at adskille de reale økonomiske omkostninger ved CO₂-udledning og de finansielle priser i ETS. En praktisk konsekvens i nærværende kontekst er, at anlæg indenfor kvotesektoren pålægges et ”middelskøn” på 57 kr./ton i 2016 med henvisning

til kvoteprisen. Et anlæg udenfor kvotesektoren anbefales derimod et middelskøn på 500 kr./ton (Energistyrelsen 2016a). Det burde være åbenlyst, at den samfundsøkonomiske vurdering dermed blive forvirrende mellem investeringer indenfor kvotesektoren og investeringer udenfor kvotesektoren.

Denne inkonsistens i den samfundsøkonomiske bogføring indikerer også, at man enten ikke for alvor tager CO₂-udledning alvorligt som en samfundsøkonomisk omkostning, eller også er man offer for en større teoretisk forvirring. Hvis der er enighed om, at et ton udledt CO₂ til atmosfæren udgør et samfundsøkonomisk onde, bør der også være enighed om, at denne omkostning er den samme uanset hvem, der udleder CO₂'en. Den fysiske skade er uafhængig af de finansielle transaktioner i EU-ETS. Hvis dette ikke var tilfældet, ville man kunne reducere skadesvirkningerne med omtrent 90 procent (fra 500 kr/ton til 57 kr/ton) alene gennem finansielle transaktioner i EU-ETS. Dette er naturligvis absurd - men ikke desto mindre den økonomiske logiske konsekvens af den anbefalede beregningspraksis i Energistyrelsens vejledning.

Som nævnt har også De Økonomiske Råd differentieret i den samfundsøkonomiske CO₂-pris baseret på om udledningen er omfattet af kvotesektoren. DØR, blandt mange andre, er ellers flittige til at påminde om CO₂-udledningens globale karakter, når det bemærkes, at en reduktion i Danmark er nyttesløst, hvis ikke resten af verden følger med (De Økonomiske Råd 2013b). Det vil sige, at der ikke er noget, der hedder danske klimaforandringer, der er kun globale klimaforandringer. Denne konstatering må indebære, at priserne for CO₂ i den samfundsøkonomiske beregning må være den samme, uanset hvor og af hvem drivhusgassen udledes. Denne globale effekt af CO₂-udledning må tilsvarende forventes at være indifferent overfor de enkelte lande eller sektors finansielle balancer i EU-ETS. Givet den fysiske indifferens, kan der ikke differentieres i den samfundsøkonomiske beregnings-pris. Når skadesvirkningen er global, må også den samfundsøkonomiske omkostning være global.

Fra bogholderi til energipolitik

Den netop overståede gennemgang af teori og praksis er blot en del af en større forvirring omkring ETS.

I det følgende vil der blive argumenteret for, at det mere grundlæggende ikke giver teoretisk mening at anvende ETS-prisen med udgangspunkt i den neoklassiske værditeori. Der vil blive argumenteret for, at hensigten med at internalisere eksternaliteter gennem konstruerede markeder er inkonsistent med den neoklassiske værditeori. Der er således tale om en fundamental metodologisk fejltagelse. Konsekvensen af argumentation er, at ETS må bedømmes alene på dens empiriske meritter på linje med alle andre miljøpolitikker, og ikke kan retfærdiggøres med henvisning til dybere, teoretiske principper. Når man i den samtidige energipolitik opererer med en CO₂-pris på 50 kr./ton kan der således ikke, selv i neoklassisk perspektiv, henvises til markedets værdisætning. Man må i stedet forstå de 50 kr./ton som afspejlende den gældende politiske prioritering af klimaproblematikken.

Kritikken adskiller sig fra den allerede i litteraturen anderkendte kritik af den neoklassiske værdimetode, som fokuserer på efterspørgselssiden. Denne velbelyste kritik af den neoklassiske værditeori har drejet sig om præferencer og deraf afledte betalingsvillighed, hvorvidt disse kan observeres med diverse metoder, og i hvilket omfang det er et gyldigt grundlag for beslutninger (Atkinson og Mourato 2006). Det har eksempelvis været en metodisk problematik, at eksperimenter har indikeret, at individers præferencer ikke er

konsistente i praksis og eksempelvis kan afhænge af ejerskabsforhold (Kahneman, Knetsch, og Thaler 1990).

Det ligger dybt indlejret i den neoklassiske værditeori, at prissætningen bør afspejle markedets præferencer. Det neoklassiske paradigme har indenfor *environmental economics* arbejdet med metoder til at afdække præferencer for værdier og omkostninger, der ikke handles på et marked. Det ligger som central antagelse, at disse præferencer er eksogene og konsistente.

På baggrund af vanskelighederne ved at opfylde de teoretiske betingelser omkring præferencer, er det blevet hævdet, at en konstruering af markeder er mere effektiv, da det er den eneste vej til at afdække den reelle betalingsvillighed. Men ved konstruktion af sådanne markeder opstår der imidlertid et nyt problem – nu på udbudssiden. Den teoretiske kritik i dette kapitel tager netop udgangspunkt i udbudssiden, hvis empiriske materialisering findes i, hvad Buchan og Keay (2015) kalder 'det kroniske overskud af kvoter'.

Mens 'det kroniske overskud af kvoter' anerkendes netop som et empirisk fænomen, giver det sjældent anledning til dybere forandringer på det teoretiske niveau. Nærværende teoretiske kritik tager udgangspunkt i udbudssiden og søger at demonstrere, at knaphedsproblemet må have metodologiske konsekvenser. Dette gøres ved at redegøre for en relativ banal observering af EU-ETS's politiske økonomi. Derefter sættes denne observation i sammenhæng med den neoklassiske værditeori.

I det følgende redegøres der for den neoklassiske værditeori.

Analyse af den neoklassiske værditeori

De samfundsøkonomiske vurderinger i den danske energisektor baserer sig på Cost-benefit analyser. Cost-benefit analysen (CBA) er at betragte som en samfundsøkonomisk bogføringsmetode, hvor fordele og ulemper identificeres, kvantificeres og prissættes, og derefter sammenlignes under hensyntagen til kapitalens offeromkostning i en summeret nutidsværdiberegning. Giver denne beregning en positiv værdi, anses investeringen at have en positiv samfundsøkonomisk værdi.

Den metodiske tilgang, der anvendes for samfundsøkonomiske konsekvensanalyser er baseret på neoklassisk værditeori. Generelt er den økonomiske værditeori for så vidt en "uløst" problemstilling indenfor den økonomiske videnskab. Klassiske økonomer som Smith, Ricardo og Marx opererede med en forestilling om, at der findes et økonomisk værdibegreb, adskilt for markedspriserne, der driver den langsigtede økonomiske udvikling. Den marxistiske analyse byggede eksempelvis på arbejdsværditeorien (Ward og Aalbers 2016), og megen teoretisk diskussion om den marxistiske analyse har handlet om, hvorvidt denne værdilære kan forbindes med priser på nogen meningsfuld vis (blandt mange, mange andre f.eks. (Meek 1956)(Hunt 1989)). Også Adam Smith opererede med et økonomisk værdibegreb, som han mente måtte være tyngdepunktet, omkring hvilket de ustabile markedspriser fluktuerer (Smith 1776).

I den neoklassiske værditeori har man opgivet ideen om at adskille markedspriser og økonomisk værdi. I det neoklassiske paradigme tolkes og anvendes priser som et direkte mål for socioøkonomisk værdi. Denne værditeori er således det teoretiske grundlag for den samfundsøkonomiske cost-benefit analyse. Idet de observerede markedspriser tolkes som et

mål af den samfundsmæssige værdi af forskellige goder og onder, bliver det i princippet muligt at lave en kvantitativ beregning af den sociale værdi af nye tiltag. I princippet kan alle mulige konsekvenser medregnes, det kræver 'blot' en kvantificering af en given effekt, og at denne kan prissættes. Sidstnævnte opgave giver især problemer i tilfælde, hvor et givet gode eller onde ikke handles på et marked.

Nedenfor redegøres der for den neoklassiske værditeori logik og præmisser.

Den neoklassiske værditeori

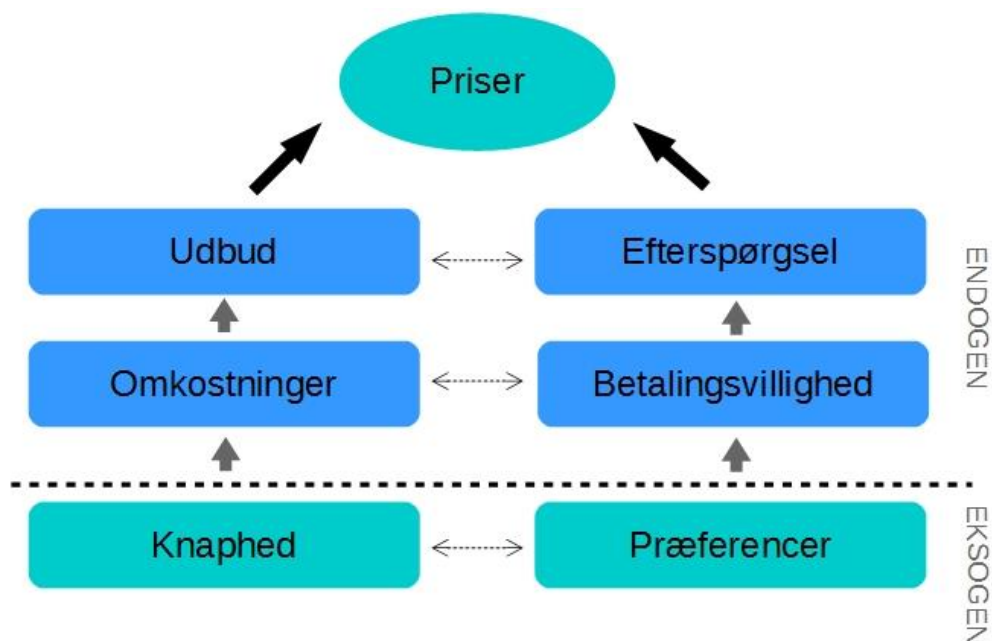
Hvad udtrykker priser? Hvordan kan de anvendes som et udtryk for værdi? I det følgende vil det blive forsøgt at udrede, hvad der vil blive betegnet som *neoklassisk værditeori*²⁹.

Priser er baseret på henholdsvis en udbud- og efterspørgselsside. Udbudskurven er afledt af de marginale omkostninger. Omkostninger opstår på baggrund af knaphed. Der er således ikke nogen økonomisk omkostning ved anvendelse af en rigelig ressource. Omkostningen ved brug af en given ressource består af offeromkostningen ved ikke at realisere den alternative anvendelse. Knapheden er dermed præmissen for markedets prisdannelse og dermed eksogent givet.

Tilsvarende vil man i en lærebog om teoretisk mikroøkonomi kunne læse, at efterspørgselskurven er udledt fra (den marginale) betalingsvillighed. Betalingsvilligheden afspejler ultimativt markedsaktørernes præferencer. Der findes ikke nogen (neoklassisk) økonomisk teori om formningen af præferencer. Præferencerne er dermed ligeledes eksogent givet til pristeorien.

Pristeorien bygger dermed på to præmisser; de eksogene præferencer og den eksogene knaphed. En værditeori, der anvender priser som værdimål, må således være funderet på disse grundpræmisser. Det bør bemærkes, at begge eksogene forhold er uafhængige af den institutionelle struktur; også heri ligger eksogeniteten. Den neoklassiske værditeori er illustreret i Figur 21.

²⁹ Jeg anser nærværende analyse og fremstilling af den neoklassiske værditeori som værende ganske ukontroversiel. Det er dog ikke nemt at finde tilsvarende beskrivelser andre steder i litteraturen. Selv en googling gav ganske svage resultater. Det er dog også klart, at neoklassikken kan have vanskeligt ved eksplicit at forholde sig til sit eget etiske og politisk-økonomiske grundlag i det omfang, at paradigmet er offer for, hvad Flyvbjerg kalder "den epistemiske illusion". Det vil sige idealet om en værdifri, neutral og universel videnskab, som blev berørt i kapitel 3.



Figur 21: Illustration af den neoklassiske værditeori. Værditeorien bygger på en grundkonflikt mellem på den ene side en fysisk knaphed og på den anden side præferencer for alternative anvendelser. Disse to forhold er eksogene til værditeorien og antages at afspejles i omkostninger og betalingsvillighed. Fra omkostninger afledes en udbudskurve, fra betalingsvillighed afledes en efterspørgselskurve. I ligevægten mellem udbud og efterspørgsel dannes den samfundsøkonomisk efficiente pris. Ligevægtsprisen findes i det punkt, hvor den marginale omkostning er lig den marginale betalingsvillighed.

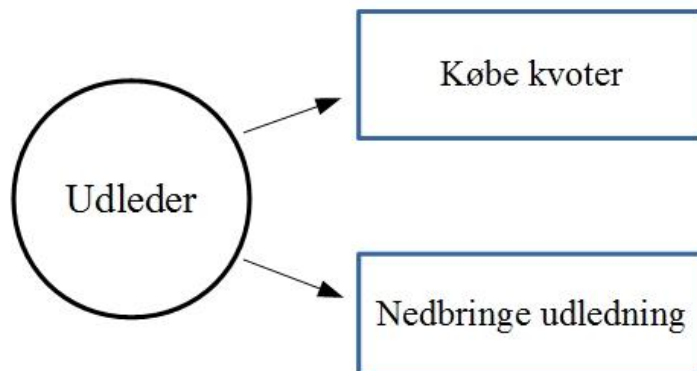
Analyse af EU-ETS i værditeoretisk perspektiv

“Hence each actor...can decide whether to emit a certain amount of greenhouse gases (GHGs) and cover them with allowances, or whether to reduce emissions so that he will purchase fewer allowances, or is able to sell allowances in case of an allocation surplus.”
(Fallmann et al. 2015)

Det kan konstateres, at CO₂-markeder hidtil ikke har virket empirisk. Hypotesen i den følgende argumentation er, at CO₂ markedet heller ikke virker på det teoretiske og metodiske plan. Argumentation baseres på analysen af den neoklassiske værditeori.

Som illustreret i citatet ovenfor, såvel som i teoretiske behandlinger af kvotemarkeder (blandt andre Turner et al (1994) og Keohane et al (2007)), forklares rationalet for kvotemarkedet ofte gennem betoningen af udledernes økonomiske valgsituation - forudsat en given mængde kvoter.

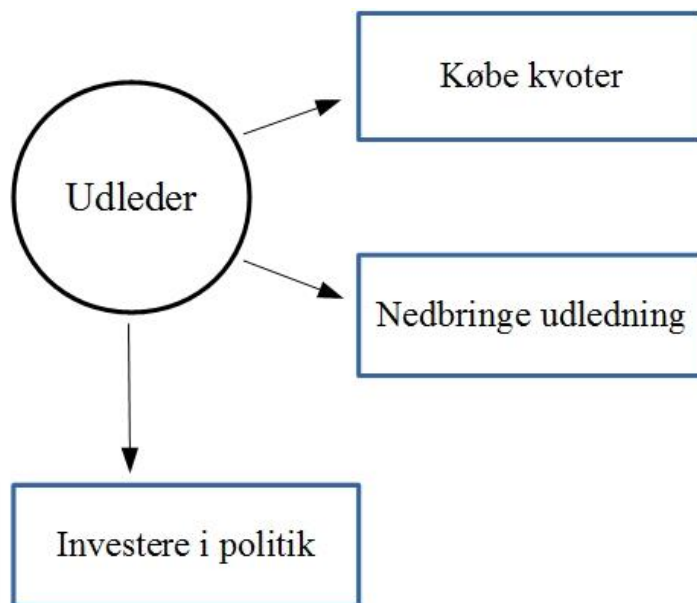
I den teoretiske udlægning af ETS, bringes CO₂-udlederne i et valg mellem at nedbringe udledningen eller købe rettighed på markedet til at udlede. Denne valgsituation er illustreret i Figur 22. I disse ræsonnementer er knapheden på kvoter fastsat eksogent til markedets aktører.



Figur 22 Den ideelle valgsituation for udledere i EU-ETS. Udlederen af CO₂ stilles i en økonomisk valgsituation mellem at købe kvoter svarende til udledningen, eller alternativt afholde omkostninger for at nedbringe udledningen.

Derimod beskæftiger de økonomiske teorier sig sjældent med den politisk-økonomiske proces, der fastsætter kvoternes knaphed. Det giver sig selv at dette er afgørende for markedets effektivitet. Men det er som om, at dette forhold er så åbenlyst, at det ikke tages alvorligt i de teoretiske ræsonnementer. Denne formodning minder om Coase's karakteristik af sit eget institutionelle arbejde, som vedrørende elementer *"...so obvious...that they have tended to be overlooked."* (Coase 1991). Økonomisk teori har ikke 'haft for vane' at forholde sig til knapheden, da dette forhold i traditionelle markeder ultimativt er fysisk givet. Men i ETS er knapheden en integreret del af den politiske økonomi. Det vil sige, at knapheden af CO₂-kvoter er endogen til det økonomiske system.

Hvis man tager den endogene natur af knapheden alvorlig, indebærer det, at den også må integreres i den teoretiske forståelse af kvotemarkedet. En endogenisering af knapheden må som minimum indebærer, at den teoretiske forståelse af udledernes handlemuligheder udvides fra to til tre mulige allokeringer af ressourcer. Den tredje handlemulighed under ETS-regimet er, at forsøge at påvirke det samlede udbud af kvoter gennem det politiske system.



Figur 23 Den reelle valg situation for udleder i ETS. Knapheden i CO2 markedet er endogen, hvorfor den neoklassiske værditeoris præmisser ikke opfyldes. Derved kan markedsprisen for CO2 ikke anvendes som værdisætning af CO2-udledninger, således som det anbefales i energistyrelsens vejledning. Konsekvensen er at de samfundsøkonomiske analyser systematisk undervurderer omkostningen ved CO2-udledning.

Som nævnt tidligere, er der bred enighed om at knapheden i ETS er for slap, dvs. at udbuddet af kvoter er for rigelig. Om dette overudbud er et udkomme af selvsamme institutionelle regime, dvs. hvorvidt det er en indbygget egenskab af ETS, er tilsyneladende et økonomisk-teoretisk tabu. Det ligger dog lige for at forstå ressource-anvendelser i den politiske proces som en handlemulighed på lige fod med at købe kvoter i markedet eller nedbringe sin udledning.

En af de økonomiske argumenter bag en cap-and-trade politik³⁰ er, at regulatorerne ikke kender de enkelte virksomheders situation i tilstrækkelig grad, hvorfor generelle påbud og regler om nedbringelse af CO2-reduktion let fører til inefficente allokeringer (Keohane og Olmstead 2007) (EU Kommissionen 2012). Ved derimod i stedet at sætte en fælles cap, kan markedet gennem handel med kvoter gennemføre reduktionerne i de virksomheder, hvor det er billigst. Dette vil samfundsøkonomisk give den mest omkostningseffektive reduktion, lyder ræsonnementet (Turner, Pearce, og Bateman 1994). Dette ræsonnement er på linje med argumenterne imod det objektive omkostningsbegreb, der blev gennemgået i Kapitel 3. De subjektive omkostninger kan ikke observeres, hvorfor beslutningen om hvilke udledere, der skal reducere og hvor meget, bedst tages decentralt ved koordinering gennem prissignalet. Vi kender med andre ord ikke de enkelte aktørers offeromkostninger ved de to handlemuligheder illustreret i Figur 22, lyder ræsonnementet. Men da den enkelte virksomheders optimering antages at ske på baggrund af netop disse to valgmuligheder, fortolkes prisen som en afvejning mellem disse to muligheder, og dermed som et udsagn om den samfundsøkonomiske marginalomkostning ved CO2-reduktion. Man antager med andre ord implicit, at alle relevante (offer)omkostninger er internaliseret i CO2-prisen, idet man, måske

³⁰ En "cap-and-trade" politik er politik, hvor man fastsætter en given kvoter af en bestemt rettighed (eksempelvis retten til at udlede CO2 eller retten til at fiske torsk), som derefter handles på et marked.

ubevidst, effektivt har antaget at alle handlemuligheder for udlejerne er internaliseret i det teoretiske grundlag.

Som det illustreres i Figur 23 kan der relativt simpelt udpeges mindst én handlemulighed, som ikke internaliseret i teorien. Denne ene handlemulighed er imidlertid undergravende for den neoklassiske værditeori, da den endogeniserer kvoternes knaphed. En knaphed, der jævnfør det værditeoretiske grundlag 'burde' være eksogen.

Det er i og for sig grundlæggende korrekt, at de (forventede) offeromkostninger, som udlejerne står overfor i valget af udledningsniveau ikke kan observeres. Imidlertid kan denne argumentation også vendes imod ETS-konstruktionen. Priserne på kvoter kan observeres, men disse er funktionen af minimum tre valgmuligheder, som angivet i Figur 23. Da vi ikke kender de subjektive offeromkostninger indebærer dette, at vi ikke ved hvordan vi skal tolke prissignalet. Ved internalisering af den tredje valgmulighed, i form af investeringer i den politiske proces, kan det ikke længere antages, at priserne er et udsagn om den marginale reduktionsomkostning. Priserne kan ligeså vel være et mål for aktørernes politiske indflydelse.

Hvad priserne egentlig udtrykker er et vigtigt spørgsmål for den samfundsøkonomiske analyse, da disse analyser dels indgår i analysen af samfundsøkonomiske allokeringssanalyser, der eksempelvis foretages af De Økonomiske Råd (analysetype A i kapitel 3). Dertil har det direkte indflydelse på investeringsbeslutningerne i eksempelvis fjernvarmesektoren, eftersom CO₂ prisen er en del Energistyrelsens vejledning for samfundsøkonomiske beregninger, der er *de facto* institutionaliseret gennem varmforsyningsloven. Derudover har CO₂ prisen naturligvis en direkte indflydelse i energimarkedene (og er dermed også et centralt element i analysetype B, jf. kapitel 3).

Det kan ikke fuldt ud afdækkes empirisk hvor mange ressourcer, der allokeres for at reducere knapheden i ETS, ligesom det også er vanskeligt, at fastslå hvilken effekt disse investeringer i den politiske proces har på den overordnede knaphed. Dette er netop ikke en markedsinternaliseret aktivitet, hvor der foreligger dokumenterbare transaktioner. Der findes dog empirisk belæg for, at der foretages investeringer i europæisk politik fra energisektoren³¹.

Opsummerende

Kvotemarkedets værditeoretiske fundament forudsætter, at knapheden på kvoterne er fastsat som eksogen til markedets aktører, dvs. at det økonomiske system ikke kan producere disse kvoter og derigennem øge væksten i CO₂.

Den neoklassiske værditeoris præmis om eksogen knaphed kan forsvares i traditionelle markeder, som baseres på en fysisk knaphed. Eksempelvis er jord fysisk givet; det politisk-økonomiske system kan ikke producere jordareal, men kun allokere de fysisk givne ressourcer.

³¹Frivilligt oplyste omkostninger til lobby-arbejde i EU fra diverse energiaktører summerer til over en kvart milliard kroner ifølge mediet Energiwatch.dk (energiwatch.dk 2014). Baggrundsdata for disse tal findes på websiden lobbyfacts.eu (Lobbyfacts.eu 2014).

Imidlertid er ETS i høj grad et politisk konstrueret marked, hvilket indebærer, at udbuddet af kvoter bliver endogen i den politiske økonomi. Det valg, som udledderne dermed reelt er stillet overfor i 'catallaksien', er således ikke konsistent med ETS's teoretiske grundlag.

Det underdrejede kvotemarked medfører således en kunstig lav pris for udledningerne. Ikke kun i den indbyrdes konkurrence mellem alternative produktionsteknologier i markederne, men også i den samfundsøkonomiske bogføring. Disse på en gang politiske og metodiske fejl hviler på en metodologisk misforståelse.

CO₂-omkostningen er således næppe internaliseret tilstrækkeligt i hverken markedet eller i den samfundsøkonomiske metode.

7.5. CASE 5: INSTITUTIONALISERING AF INSTITUTIONSFRI ØKONOMISKE TEORI: EKSEMPEL MED SKATTEFORVRIDNINGSTABET

I dette afsnit findes et engelsk manuskript, der analyserer anvendelsen af det såkaldte *skatteforvriddingstab* i dansk energiplanlægning. Manuskriptet vil blive indsendt til et internationalt tidsskrift.

Nedenfor følger et dansk resumé af teksten samt nogle indledende refleksioner over processen af dette arbejde, som afdækkede nogle interessante perspektiver.

7.5.1. ET KOMMENTERET RESUMÉ

I denne case præsenteres en analyse af en konkret samfundsøkonomisk beregningspraksis i den danske energiplanlægning. Denne beregningspraksis er indført gennem Finansministeriets vejledning for samfundsøkonomiske beregninger (Finansministeriet 1999), og derefter implementeret i Energistyrelsens vejledning i samfundsøkonomiske beregninger for energiområdet (Energistyrelsen 2005). Denne vejledning er grundlaget for de samfundsøkonomiske beregninger, der skal foretages af enhver fjernvarmeinvestering, jf. Varmeforsyningsloven. Det er således et lille case-studie af den neoklassiske teoris virke i praksis. Dels illustrerer casen nogle problemstillinger afledt af det manglende institutionelle niveau i den neoklassiske teori. Dels demonstrerer casen, hvordan selve metodologien kan blive en del af produktionens institutionelle struktur. Denne institutionalisering er i metodologisk perspektiv paradoks, eftersom den neoklassiske teori ikke indeholder noget institutionelt niveau.

Undersøgelsen af metodologien i dens institutionelle kontekst afspejler således en coasiansk tilgang til teorien. Der findes en rig litteratur omkring de teoretiske meritter af mainstream økonomisk metode. Men som Coase bemærkede bør vejen til at forandre den økonomiske disciplin ikke kun gå gennem "frontal assault", men også gennem "adopting a different approach" (Coase 1998).

Dette gøres hermed i denne case ikke kun gennem analyse af de konkrete institutionelle strukturer, men gennem at analysere mainstream økonomisk teori som en del af de konkrete institutionelle strukturer. De teoretiske elementer i denne case er således en del af empirien, en del af den institutionelle struktur.

Stenens frakturer

"We do not do well to devote ourselves to a detailed study of the world of zero transaction costs, like augurs divining the future by the minute inspection of the entrails of a goose." (Coase 1981)

Casen omhandler den samfundsøkonomiske beregningsmetode, som anbefales af Finansministeriet. Vægtningen af stoffet i denne case er foretaget på baggrund af to interessante erfaringer med det empiriske stof.

Den første erfaring indtraf efter en umiddelbar konstatering af, at Finansministeriets vejledning i visse henseender kunne være problematisk for udviklingen i fjernvarmesektoren.

Nogle indledende teoretiske problematiseringer blev i den forbindelse fremlagt på et forskningsseminar i 4DH-regi. En deltager i seminaret rejste spørgsmålet om det ikke var nyttesløst, at bruge tid på at kritisere neoklassisk økonomi, da denne kritik allerede var tilstrækkelig - underforstået at nærværende PhD-afhandling næppe ville lykkes med at bringe afgørende nyt på den front. Heri havde spørger formentlig ret. Men samtidigt understregede dette spørgsmål vigtigheden af at arbejde videre med denne case.

Mens der på den ene side er et stort bagkatalog af varierende former for teoretisk kritik af det neoklassiske paradigme, kan det samtidig konstateres, at dette paradigme står stadig stærkere i praksis – herunder gældende praksis i den danske energiplanlægning. Det virkede derfor ikke tillokkende at stille sig tilfreds med, at neoklassikken allerede var ”bevist” forkert. Dette bevis havde måske været tilstrækkeligt i en naturvidenskabelig *episteme* videnskab, men ikke i en samfundsvidenskab. Heri må man forholde sig til praksis. Dette understregede dermed, at det var det neoklassiske paradigme i praksis, som var central for casen.

Den anden vigtige erfaring fra de første faser af arbejdet med casen fandtes i de store vanskeligheder med at forstå Finansministeriets vejledning i en praktisk kontekst. De teoretiske argumenter i vejledningen var ganske familiære, ligeså var de teoretiske argumenter imod Finansministeriets praksis, som kunne ihukommes fra den økonomiske litteratur. Imidlertid var disse teoretiske argumenter for og i mod særdeles svære ’at lande’, så snart de blev konkretiseret i forhold til en hypotetisk investeringsbeslutning i den danske fjernvarmesektor. Det viste sig således vanskeligt at anvende arsenalet af veludviklet teoretisk kritik på den operationaliserede, neoklassiske metodologi. Dette skyldes ikke, at argumenterne i finansministeriets vejledning var af en sådan kvalitet, at kritikken prellede af. Snarere var fornemmelsen, at man i kritikken blev lokket ud i en sump, hvor man synker længere og længere ned i abstrakte teoretiske diskussioner, som altid kan vendes på hovedet – for så at blive tvunget ud i endnu en omgang.

På et tidspunkt indså jeg, at det var netop i denne langsomme udmattelse af den teoretiske kritik, at neoklassikken til dels havde sin overlevelsesevne, men samtidig var det også her, at det samfundsøkonomiske problem befandt sig, og en afgørende svaghed i neoklassikken åbenbares. Det er netop i den neoklassiske teoris vanskelighed ved at forene sig med empirien, at den blotter struben. De konkrete beregningsfejl, som den neoklassiske teori giver anledning til er de *tension points*, der kan afsløre indholdsløsheden. Tension point’en findes i afstanden mellem dens interne teoretiske konsistens på den ene side og den afdækkede inkonsistens mellem teori og empiri på den anden side.

Flyvbjerg beskriver i en analogi, at man kan blive ved med at slå på en sten med en hammer i en uendelighed, og stenen vil stadig være umulig at slå i stykker. Men enhver sten har sin ’stone fracture’. Finder man denne fraktur, kan et enkelt let slag splitte stenen i to. Den neoklassiske teoris meningsløshed i en konkret anvendelse er en tension point, en fraktur i stenen.

Kritikken af neoklassisk økonomi har ganske rigtigt hamret løs i årtier, og et enkelt spagt slag mere i rækken fra endnu en PhD-studerende gør næppe fra eller til. Man må derfor i stedet tålmodigt søge efter stenens frakturer. Dette arbejde er omkostningstungt, da man for hver sten, der samles op, må begynde forfra med at lede.

Frakturerne findes ved at studere de konkrete institutioner; det vil sige ikke gennem ”frontal assault”, men gennem ”adoption of a different approach”. Det vil i en coasiansk terminologi indebære, at ”*study the world of positive transaction costs*”.

Resume af manuskriptets indhold

I den danske varmemforsyningslov er der indskrevet et krav om god samfundsøkonomi, som investeringer i fjernvarmesektoren skal leve op til. Spørgsmålet bliver i den forbindelse, hvordan man bør regne samfundsøkonomi. Til dette formål har Energistyrelsen udarbejdet en vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger, som bygger på en vejledning udarbejdet af Finansministeriet i 1999. I princippet er der ikke noget lovgivningsmæssigt krav om, at man bør følge disse retningslinjer i udarbejdelsen af den samfundsøkonomiske beregning. Men det beskrives i cases, at der de facto over tid er en tendens til, at disse beregninger vil blive standardiseret. I denne sammenhæng indtager Finansministeriets vejledning en dominerende position.

Institutionaliseringen kan dels forstås på baggrund af omkostningerne ved at anvende alternative metoder. Det kan være ressourcekrævende for de enkelte fjernvarmeselskaber at anvende og/eller udarbejde alternative beregningsmetoder, uanset at disse måtte forekomme at være mere hensigtsmæssige i den konkrete sammenhæng. Ligeledes er der en stor opmærksomhed fra tredjepart omkring disse beregninger, da det har indflydelse på markedsandele i varmemforsyningen. Disputser omkring beregningsmetoder og antagelser kan blive rejst som sager i Energiklagenævnet, som derefter træffer en endelig afgørelse. Disse sagsforløb kan dels være ressourcekrævende for det enkelte selskab, men også for det juridiske system. Alene truslen om en klagesag kan således disciplinere fjernvarmeselskaber til at anvende de officielle retningslinjer, ligesom Energiklagenævnet søger en ensretning af beregningsmetoderne. Dels kan dette ud fra et juridisk perspektiv hænge sammen med, at det juridiske system opererer med universaler (en lov gælder som udgangspunkt for alle). Dels er der også et ressourcemæssigt perspektiv i denne standardisering, da det modsatte må formodes at ville føre til stadig flere sager. Den stadige ensretning af de samfundsøkonomiske beregninger, dvs. institutionaliseringen af de officielle retningslinjer, kan således forstås delvist endogen, da denne har baggrund i en undgåelse af reelle omkostninger for de involverede parter. At institutionalisering delvist kan forstås rationelt, indebærer naturligvis ikke, at indholdet af de institutionaliserede retningslinjer er 'optimalt', endsige hensigtsmæssigt. I casen behandles konkret det såkaldte skatteforvridningstab, der er et udpræget neoklassisk funderet beregningsprincip. Dels udsættes konceptet for en coasiansk kritik, der udstiller det teoretiske grundlag som inkonsistent. Derefter vises det, at skatteforvridningstabet risikerer at føre til samfundsøkonomiske inefficente investeringsbeslutninger. I realiteten beskytter beregningsprincippet produktionsformer, som er højt beskattet. Dette er tilfældigvis tilfældet for de fossile brændsler, hvorfor skatteforvridningstabet strukturelt favoriserer fossil energi. Det kan således konkluderes, at skatteforvridningstabet er i konflikt med Varmeforsyningslovens hensigt om at fremme de mest samfundsøkonomiske såvel som miljømæssige bedste investeringer.

7.5.2. THE INSTITUTIONALISATION OF ZERO TRANSACTION COST THEORY: A CASE STUDY OF THE DANISH ENERGY SECTOR

A principle of socioeconomic viability is implemented in the legislative basis of the contemporary Danish energy transition. Consequently, economic theory and methodology is institutionalised in the energy sector as a *de facto* regulation of investment decisions. A disputed element of this regulation is the so-called tax distortion loss principle which is rooted in neoclassical zero transaction cost theory. Motivated by its direct effect on investments, this article examines whether the applied methodology underpins the technological transition. By applying a Coasian critique, it is shown that its application has no solid foundation in the neoclassical economic theory. Meanwhile, the implication of its use involves economic inefficiencies and barriers to the technological transition. As such, the methodology is in conflict with the aim of the legislation that has spurred its institutionalisation. It is thus a case study of the limits to mainstream economics and how it may fall short in a real world application.

Keywords; economic methodology, institutions, energy policy, Ronald Coase, renewable energy, district heating

Introduction

In this paper, I am concerned with the institutional basis for the intended technological change of the Danish energy supply. It is the official Danish energy policy to transition from the current fossil fuel driven economy to an energy system solely supplied by renewable energy sources (Energistyrelsen 2012).

The radical character of this change gives rise to complex relations between technical and institutional parameters. It requires studies at the very concrete level to identify and understand the economic character of these dynamics. This analysis was initiated by such presumption and indeed do its conclusions reaffirm the Coasian character of real world economics; a world of positive transaction costs.

Studying the specifics of institutional arrangements is the path to improve local economic policies as well as to understand and develop economic theory. In the following, I address a peculiar case where the presumed universalities of mainstream economic textbook theories have been institutionalised in the specifics; a case where economic methodology has become an integrated part of the institutional arrangement. In this role, the theoretical perceptions are no longer only descriptive and explanatory but directly affecting economic activity. The methodology itself becomes a part of the institutional structure of production.

The economic challenge forming the background of this article is basically an economic change arising from the replacement of stored energy reserves with a fluctuating energy supply. Currently, wind power constitutes above 40 percent of electricity supply in Denmark (Energinet.dk 2016b). Studies concerned with technical system analysis suggest that fluctuating primary energy supply could cover above 50 percent of the total energy supply (including electricity, heating and transport) in a renewable energy system (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

The district heating system plays a central role in this techno-economic transition since it is a key infrastructure for integrating an increased supply of wind power (Lund et al. 2012)(Lund, Werner, et al. 2014)³². This fluctuating supply of wind energy creates techno-economic challenges on both the supply side and the demand side (Connolly og Mathiesen 2014). The supply side issues relate to the challenges of having sufficient back-up capacity in the electricity sector when wind is low (Sorknæs et al. 2015)(Lund og Mathiesen 2015). The demand side issues are present in high wind periods and are related to the priorities of integrating the electricity and heating sectors by introducing heat pumps, thermal storages, heat network expansions, etc. (Lund, Werner, et al. 2014)(Maxwell et al. 2015).

Significant investments in the district heating system are therefore needed in the coming years in order to fulfil its future role in a so-called *smart energy system*; meaning a system optimised across energy sectors (Mathiesen, Lund, Connolly, et al. 2015b)(Thellufsen og Lund 2015). Through such integration and coordination between electricity, heating and transport services, the energy system as a whole is able to deal with the fluctuating nature of renewable supply more cost effectively (Lund 2014). Given this strong presence of technical spill-over effects, the investment decisions made today must be consistent with the long term strategic energy policy. In the technological transition, it is therefore of great importance to examine the institutional structure which influences decentralised investment decisions.

A lot of contributions in the economic literature are occupied by the task of developing convincing theoretical arguments against so-called mainstream or neoclassical economics and appears to be right in doing so. What seems to be less flourishing in the literature is studies of the working of those criticised methodologies in the real world. This paper wishes to supplement the rich theoretical literature on institutional economics with a little inquiry into the neoclassical methodology at work in the institutional structure of production. As Coase suggested, the way to improve mainstream economics is not through ‘frontal assault’ but by adoption of a different approach (Coase 1998).

In this article, I will address the official guidelines for socio-economic calculation in Denmark, which are formulated by the Ministry of Finance. In a quite subtle way, these guidelines are part of the institutional structure that allocates investments in the Danish energy system. As such, the guidelines become a subject matter of institutional economics.

³² A district heating system is a heat network that distributes energy as hot water through underground pipes for the purpose of meeting heat demands; including space heating demand as well as hot water demand. Producing heat collectively can be subject to economy of scale. Traditionally, a main benefit from district heating has been to utilise energy that is otherwise wasted as excess heat, primarily from power plants and industrial processes. By capturing this otherwise wasted energy for the purpose of replacing supply from individual boilers, district heating systems are able to bring about large reductions in fuel consumption. Approximately 50 percent of Danish heat demand is supplied by district heating systems (Danish Energy Agency 2014a).

Especially two elements in the guidelines are subjects for discussion in the sector and experienced as an inappropriate regulation; the first element being the size of the discount rate, the second element being the so-called ‘tax distortion loss’³³. Regarding the first element, a discount rate of 4 percent is currently settled as mandatory (Retsinformation 2015b)(Finansministeriet 2013)(Energistyrelsen 2013). The size of the discount rate obviously has a great impact on the economic project evaluation. However, I will not address this factor since it is already widely discussed in the literature and its impact can be intuitively understood. The second element known as the ‘tax distortion loss’ is something less intuitively understood and it regulates in a more subtle and unpredictable way. Further it is a clear representation of neoclassical methodology.

In the following, I will explain the regulative importance of the guidelines for socioeconomic regulation with a specific focus on the ‘tax distortion loss’ principle and its use in the Danish district heating sector. This will be done through a review of its application, its theoretical foundation and its possible implications. It is an illuminating example of how mainstream economic methodology may have troubled times in the context that matters: the context of real world implications.

The Institutional Context of District Heating Investments

It is of relevance for the subject to outline the context in which the economic methodologies are applied. The Danish district heating sector is structured through a geographically dispersed distribution of primarily small natural gas based combined heat and power plants (CHP) connected to local heat networks (Energistyrelsen 2008). Often, the CHP capacity is supplemented by natural gas boilers.

A majority of the local companies is either owned by the municipalities or the consumers (Energistyrelsen 2015). A small minority is owned by commercial companies (However, regardless of ownership, all companies are subject to a non-profit regulation). It follows from this decentralised infrastructure that decision-making is highly dispersed. A central and pertinent institutional question is then how the decentralised investment decisions are coordinated in order to keep the heating sector on the path required to fulfil its role in a renewable energy system.

The liberalisation of the Nordic electricity sector, which has been introduced within the last two decades, implies that the price signal takes a key role in coordination. If the electricity price signal is supposed to lift the task of coordinating supply with demand, e.g. coordinating wind power supply with heat demand, the right technological infrastructure would need to be in place. In order to get the appropriate infrastructure, investments will have to be made in the coming years. This requirement raises the question about what allocates investments in the Danish energy sector and whether the right conditions for the needed investments are in place.

No matter the ownership model, all Danish district heating companies are subject to the Heat Supply Act, which regulates the Danish heating sector³⁴. Being subject to this regulation, any investment project in a local district heating system can only be approved if demonstrated

³³ In Danish referred to as *skatteforvridningstab*.

³⁴ In Danish the Heat Supply Act is known as *Varmeforsyningsloven*.

socioeconomically beneficial (Retsinformation 2015a). The aim of the Heat Supply Act is formulated as the following:

‘§ 1. The aim of the law is to promote the most socioeconomic, comprising environment friendly, use of energy for the heating of buildings and supply of hot water and within this framework to decrease the energy supply’s dependence on fossil fuels’.³⁵

In the planning process of a new investment, the district heating company has to complete a socioeconomic cost-benefit analysis. This report is then sent to the local municipality for approval. The investment can be realised if approved by the municipality. However, if affected third parties object to the municipal decision, the case is treated by The Energy Board of Appeal³⁶ (Hereafter EBA). The decision made by EBA is final.

Consequently, district heating companies cannot simply act upon private economic incentives alone — even though a major part of these are privately owned cooperatives. The institutional structure which determines the allocation of investments thereby has two layers: a) a private economic level where the incentives are a result of the combined effect of market prices, production costs, subsidies and tax structure, and b) a socioeconomic level where any investment project which has passed the hurdle of private economic competitiveness must be proven viable in a socioeconomic calculation. As it has been highlighted elsewhere, the implementation of socioeconomic requirements can potentially be very beneficial for a sustainable development (Chittum og Østergaard 2014). For example, market failures do to externalities may be counteracted through the requirement of socioeconomic viability.

While the criterion of private economic attractiveness is most appropriately evaluated at the local level, the institutionalised criterion of socioeconomic viability gives rise to further questions such as: What is understood by the term ‘socioeconomic viability’? And what should be the procedure for calculating socioeconomics?

The Institutionalisation of the Official Guidelines for Socioeconomic Calculation

The answers to the questions posed above have a direct influence on the allocation of investments in the Danish energy sector. To this end, national guidelines for socioeconomic calculation within the Danish energy sector have been formulated. These guidelines are outlined by the Danish Energy Agency; in its essence a reflection of the guidelines issued by the Ministry of Finance which cover all public investments (Energistyrelsen 2005) (Finansministeriet 1999). Thus, the institutional regime includes an element of central planning even though the decision makers are highly dispersed.

The guidelines do not have a formal status of law. Despite this formal fact there are still interesting dynamics to be observed between the legal system and the economic system. Even though it is not illegal to deviate from the exact calculation procedure defined by the Ministry

³⁵ My own translation of the following original Danish text: ‘§ 1. Lovens Formål er at fremme den mest samfundsøkonomiske, herunder miljøvenlige, anvendelse af energi til bygningers opvarmning og forsyning med varmt vand og inden for disse rammer at formindske energiforsyningens afhængighed af fossile brændsler.’ (Retsinformation 2015a)

³⁶ In Danish, ‘Energiklagenævnet’.

of Finance, it may be difficult to use this formal freedom in practice. If a third party complains about a municipal project approval, the case will be treated by EBA. In practice, the judgements made by EBA will over time set a standard for ‘correct socioeconomic calculation’.

In its nature, it is a difficult task for a legal institution to judge in this area given that economics is not a purely objective science. There has been a tendency for EBA to lean towards the official guidelines as the benchmark for ‘correct’ calculation. As a key example, the discount rate recommended by the Ministry of Finance has recently been elevated to a formally mandatory status. This happened as a consequence of a legal recommendation by EBA in 2013 (Energistyrelsen 2013). EBA recommended that the discount rate defined by the Ministry of Finance should be settled as mandatory to avoid dispute and promote transparency and comparability (Energiklagenævnet 2013). This recommendation was followed up by the Energy Agency and implemented formally in the law by late 2013 (Retsinformation 2015b). Regarding the legal aspect, EBA argues that it is inexpedient to have diverse methodologies across the sector.

Thus, we may here observe an institutional drive towards common national standards when socioeconomic calculation becomes an integrated part of law and legislation. In this legislative search, the official guidelines issued by the state may naturally have a strong institutional position and become dominant. Hence, it is questionable whether the formal freedom of methodology can be expected in practice. In Coasian terms, one may say the formal freedom is given up for the purpose of reducing transaction costs.

The officially recommended methodology for socioeconomic calculation consequently functions as a *de facto* regulation. It is not a direct regulation in terms of a law passed by the parliament, but guidelines issued by the Ministry of Finance set the standard for ‘correct socioeconomic calculation’. It is thus ultimately the general guidelines issued by the Ministry of Finance which regulate the district heating sector in the area of socioeconomic analysis.

Regarding enforcement, the guidelines are not formally enforced by the state though they may be subject to *de facto* enforcement. In practice, the enforcement is initiated by potentially affected third parties such as fossil fuel companies with an economic interest in the sector. They can choose to bring a case to EBA if they see alternative methodological assumptions threatening their market shares. The national guidelines for socioeconomic calculation in that respect only act as a *potential* barrier for district heating investments that are based on alternative methodologies for socioeconomic calculation. This potential barrier may be erected by fossil fuel companies during the legal process. The threat itself of a legal case, however, might discipline especially smaller district heating companies to adhere to the official guidelines in the first place. As long as dominant economic stakeholders are embedded in a business model based on extraction, handling, and delivery of fossil fuels, they are likely to make use of this procedural power mechanism.

In what has been termed the 4th generation district heating system, implying that Danish district heating is currently part of the 3rd generation, value adding is moving from extraction, handling and delivery of fossil fuels to infrastructure and production capital. The vision of 4th generation district heating entails a system based on lower temperatures, increased utilisation of excess heat from industries and surroundings, electrification through heat pumps, expansion of thermal energy storages, solar thermal systems, and network expansions, among others (Lund, Werner, et al. 2014). All these measures seek to reduce fuel consumption in district heating as well as in the energy system as a whole through technical synergies. It is

therefore to be anticipated that the established fossil fuel companies, which base their business on fossil fuel commodities, will work against the expansion of 4th generation district heating.

Investment plans that seek to reduce heat bills by lowering the fuel consumption must be expected to have the attention from established fossil fuel companies. Surveying and influencing the applied methodologies for socioeconomic calculation thereby become one of the measures for preserving market shares. Over time, as more cases are brought to EBA, a continuously closer alignment of official guidelines and local calculations is to be expected.

Review of the Tax Distortion Loss Principle: Theory and Application

Due to the institutional set-up outlined above, the applied methodology and theories for socioeconomic calculation become a regulating institutional element. In the role as a *de facto* regulation, the applied socioeconomic methodology influences which investment projects are approved under the Heat Supply Act. As mentioned in the introduction, I focus on one specific element in the official guidelines: The tax distortion loss (TDL). This section describes the theoretical basis of TDL and subsequently its application. A theoretical critique of its use follows.

The theoretical basis of the tax distortion loss

The concept of tax distortion loss is derived from the academic concept of ‘excess burden of taxation’. As the name suggests, the excess burden principle is founded on the idea that there is an excess burden of taxation - in welfare terms - beyond the taxation itself. In that way, financing projects through taxation implies a welfare cost. The excess burden reflects an economic deadweight loss which is assumed to appear when taxes are added in the market economy. Behind such an assumption of deadweight loss lays a theoretical analysis based on a perfect market model. In the neoclassical perfect market, prices reflect the true welfare economic valuation through the match between marginal costs and marginal willingness to pay. It is therefore a methodological necessity that the perfect market model includes the assumption that all costs are reflected in the market prices. In other words, there are no externalities.

If this abstract argument is accepted, it can be argued that the social costs of distortion losses should be taken into account in the decentralised decision making. Consequently, the guidelines issued by the Ministry of Finance include the ‘excess burden’ principle in the form of a ‘tax distortion loss’. The principle of excess burden of taxation is often theoretically justified by an argument based on labour taxation. In the same way, the Ministry of Finance explicitly states that they assume all taxes are placed on labour when estimating the welfare loss of public expenditure (Finansministeriet 1999).

The application of the tax distortion loss principle

The Ministry of Finance recommends investment projects to apply the so-called tax distortion loss parameter to all public net expenditures. The theoretical background for this recommendation is the excess burden argument presented above. One kind of problem is to demonstrate such arguments through drawn curves on the blackboard. Another kind of problem is to apply the logic in practice.

It is recommended to assume a welfare loss of 20 percent from tax distortion. The official guidelines apply TDL to two different uses of public funds. The first instance is concerning direct use of public funds, i.e. where the state has a direct outlay in terms of a public investment. In this case, the project's net effect on the public budget must be multiplied by a factor of 1.2.

The second case for applying the TDL factor includes situations where the public budget is affected as an indirect consequence of an investment. Any change in net contribution to the public budget which follows from an investment project is subject to the tax distortion loss. It means that also district heating companies which are privately owned, and thereby invest private capital solely, are affected by the tax distortion loss principle. This includes situations where a district heating company invest to reduce the use of a production form that happens to be subject to taxation. The guidelines argue that such a revenue loss for the state necessitates tax increases elsewhere in the economy, which in turn will create a distortion loss³⁷. Hence, according to the guidelines, such indirect effects on the public budget must also be added as a cost to the socioeconomic analysis and accounted for by a factor of 0.2 (Energistyrelsen 2005).

Especially this latter interpretation can possibly have wide implications for the district heating sector where privately owned companies thereby become accountable for the state's tax revenue. Partly, it is strange phenomenon that private actors become accountable for the state budget in this bureaucratic form—replacing the good old fashion explicit taxation. Even if one accepts the condition that private companies are held accountable for the state's tax revenue, it is difficult to accept that the postulated need of increasing the taxation elsewhere in the economy would necessarily create a greater distortion 'elsewhere' than in the energy sector. If applying greater scrutiny, one could indeed point out different sectors in the economy which in comparison appear to be 'under-taxed'. The Ministry of Finance evades this problem by stating that decreased tax revenue from a particular area (e.g. the district heating sector) is always assumed to be translated into increased taxation of labour.

This brutal generality is probably necessary to some extent when economic methodology becomes integrated into the legal system. But while laws are universal (within the same state, that is), the consequences of individual economic dispositions are always specific being dependent on the technological and institutional context. Neoclassical economics offers an escape from this regulatory problem through its apparent universality. This presumed universality is, however, directly linked to its detachment from the institutional structure of production.

Other writings have criticised the concept of tax distortion loss (Hvelplund 2015) (Dyrelund et al. 2010). As a supplement to these writings, this article develops a more fundamental methodological critique based on a Coasian approach.

³⁷ The original Danish text clarifies this perception e.g. on page 7: '*Endvidere medregnes såkaldte skatteforvridningsomkostninger, når projektet medfører et netto finansierings-behov for det offentlige (f.eks. ved direkte udgifter eller provenutab), som i sidste ende må dækkes ind ved forhøjet beskatning af andre aktiviteter.*' (Energistyrelsen 2005). Further, on page 14: '*Nettotabet for de offentlige finanser kan opstå som følge af direkte offentlige udgifter forbundet med projektet eller svigtende offentlige indtægter, f.eks. et tabt afgiftsprovenu på grund af et resulterende mindre forbrug af en afgiftsbelagt vare (for givne afgiftssatser).*' (Energistyrelsen 2005).

A Coasian critique of the tax distortion loss principle

The presumption that taxation may influence allocation is trivial. It is also clear that some taxation schemes may be more virtuous to the economy than others. Indeed, investigating such issues appears to be one of the core tasks for economics.

The pivotal element in the TDL principle seems to be the built-in acceptance of the current state of affairs. It is inherent to the calculation practice that any changes to what has been formerly established will result in efficiency losses. Similarly, any tax is always accounted for as distortive in socioeconomic terms. With such ‘answers’ inherent to the approach, it may not exactly spur the kind of investigations that should be a pillar of economics as a discipline.

The tax distortion loss principle is derived from an assumption of *a priori* optimality. In neoclassical economics, this optimality is found in a model of perfect competition and information; the basis from which perfect prices are derived. In Coasian terms, this condition implies an assumption of zero transaction costs (Coase 1937)(Coase 1960)(Coase 1991). From a Coasian perspective, however, two empirical factors conflict with this assumption in its concrete application.

First, the presence of non-market allocation, through firms, taxation, the state, etc., can never be optimal given a condition of zero transaction costs. There are no limits to markets in a theoretical world of zero transaction costs. The presence of firms, i.e. the presence of non-market allocation, can only be explained by the presence of *positive* transaction costs (Coase 1937). When assuming zero transaction costs, as seems to be the theoretical basis of the tax distortion loss, the empirical presence of non-market allocation in Danish society should be enough to reject the tax distortion loss as a universal principle. The fact that the economic system at hand is deeply embedded in an institutional setting should be evident for the reader at this point.

Second, the empirical existence of externalities cannot logically exist either if one accepts the presumption of zero transaction costs (Coase 1960). Under such circumstances, as Coase has demonstrated, we should expect externalities to be solved through the market without any form of regulatory interventions. Any observation of externalities in the market is thus a witness of positive transaction costs. The fact that externalities are a pertinent issue in the energy economy constitutes the very premise for the contextual energy policy and legislation in which the economic methodology is applied.

Thus, we encounter a theoretical inconsistency in assuming *a priori* optimality when approaching matters of institutions and externalities. The theoretical basis disregards institutions while at the same time addressing them. Further, it deals with externalities without recognising their existence. These points seem to be parallel to the methodological messages Coase intended to promote in his paper *The Problem of Social Cost* (Coase 1960).

For the record, a possible alternative interpretation of *a priori* optimality is to classify the current empirical state as optimal, including the contemporary state activities, taxation level and structure, industrial organisation, etc. As interpreted by Møller and Jensen (2004), this latter type of optimality is the one applied by the Ministry of Finance in the national guidelines (Møller og Jensen 2004). From a Coasian perspective, this interpretation hardly helps us escape the theoretical deadlock. Trying to understand an institutional structure containing non-market allocation as optimal must necessarily involve a model with *positive* transaction costs (Coase 1937). Otherwise, the economic basis for such optimality does not

exist. However, once positive transaction costs are introduced, the analysis must also be open to the presence of inefficient levels of externalities. If one discards the model of zero transaction costs, one must also discard a model of perfect prices. The reason is that positive transaction costs enable externalities and the presence of externalities in turn destroys the system of perfect prices. In conclusion, the attempt to classify the current empirical state as optimal does not provide theoretical consistency for the optimality assumption either.

Wallowing in externalities and institutions, the price signal is no longer to be interpreted as something perfect and pure. This must inevitably be a problem for the tax distortion loss as an universal principle because its theoretical argument is derived from a model world of perfect prices.

The conclusions point at an interesting property of economic theory. The modern mainstream economic theory has established itself as a science with high degrees of universality and theoretical consistency. The apparent universality has been achieved by abstracting from the concrete. That is, in Coasian terms, the assumption of zero transaction costs; meaning an independency of the specific contextual institutions. However, as it turns out above, the very same lack of institutional foundation makes it difficult to apply while maintaining theoretical consistency.

Once the full-blown neoclassical approach is dismissed, the official Danish guidelines for socioeconomic calculation lack a consistent theory that explains why the Danish society is in a situation of optimality and why any change to this current state can be assumed to bring about efficiency losses. At the same time, empirical phenomena seem to suggest that we are not in such a state of optimality, considering involuntary unemployment, indications of climate change and other pollution problems.

The Implication of the Tax Distortion Loss Principle: A Bouquet of Paradoxes

Given its doubtful theoretical foundation, it is of relevance to consider the practical implications of the tax distortion loss principle. When looking at the concrete level, the tax distortion loss has some unfortunate implications.

Natural gas has historically played a central role in the Danish district heating sector and its use especially increased through the 1990's (Energistyrelsen, 2013). As the political aim is to phase out fossil fuels in the Danish heating and electricity sectors, so will natural gas have to be phased out. In this context, a current heavy taxation on natural gas could be viewed as a political instrument to incentivise market changes. *Ceteris paribus*, taxation on particular fuels creates an incentive at the business level for shifting away from these fuels.

However, as explained earlier, the allocation of investments in the Danish energy sector is not only determined by incentives at the private economic level. The investment project also has to pass the hurdle at the socioeconomic level. As a consequence of the tax distortion loss principle, designing private economic incentives through taxation has the opposite effect on allocation in the socioeconomic calculation.

As clarified in the section above, any net effect on public finances is assumed to lead to a distortion loss according to the Ministry of Finance (Finansministeriet 1999). If an investment in a district heating company leads to a replacement of a heavily taxed energy source with a

less taxed energy source, the net effect on the public finances is negative. Following the interpretation in the official guidelines, such a development is an impact on public finances which the district heating companies should take into account in their investment decision procedures. It follows that it is more difficult for a district heating plant to shift away from fuels that are heavily taxed.

For example, if a district heating company wants to invest in a solar thermal system, because such investment may reduce the heat bill, its production is likely to replace use of natural gas. This substitution will consequently result in decreased tax revenue for the state since, so far, solar energy is not subject to taxation. The tax revenue loss will then produce a tax distortion loss according to the principles outlined by the Ministry of Finance (1999). The perceived distortion loss should consequently be added to the cost side in the socioeconomic cost-benefit analysis of a solar thermal investment.

The applied logic brings about a bouquet of paradoxes. First, a tax policy that may attempt to discriminate natural gas at the business level is ultimately protecting natural gas at the socioeconomic calculation level. This would also be the case when the objective competitiveness of natural gas based production forms is weaker than the alternatives (as illustrated in Figure 2). Further, the TDL theorem assumes taxes to be influencing allocation negatively and thereby prevent efficient outcomes. At the same time, when applied, this theoretical approach obstructs economic efficiency exactly by letting tax structures influencing allocation through the socioeconomic calculation procedures. In this respect, the TDL theorem is thereby right in assuming that taxes distort allocation. However, this is not due to taxes *per se* but through the application of the TDL theorem itself!

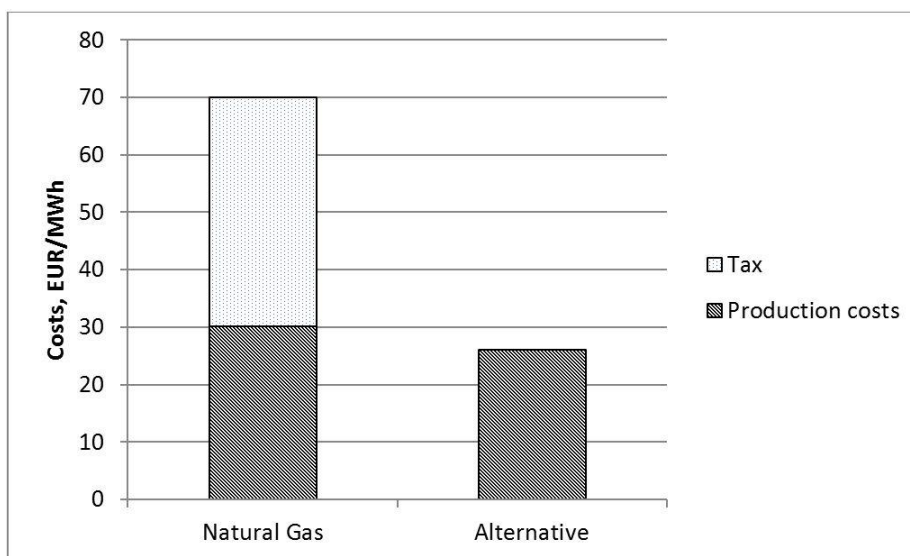


Figure 1. The figure depicts the total private costs of two distinct production forms; one being a typical cost structure for a traditional natural gas boiler. The alternative production form has lower production costs. When looking at the pure production costs, the alternative is therefore the socioeconomically most efficient option. Likewise, as indicated in the figure, taxes can contribute to a strong business incentive for shifting to the alternative. Hence, private economic incentives and socioeconomic efficiency is aligned in this example.

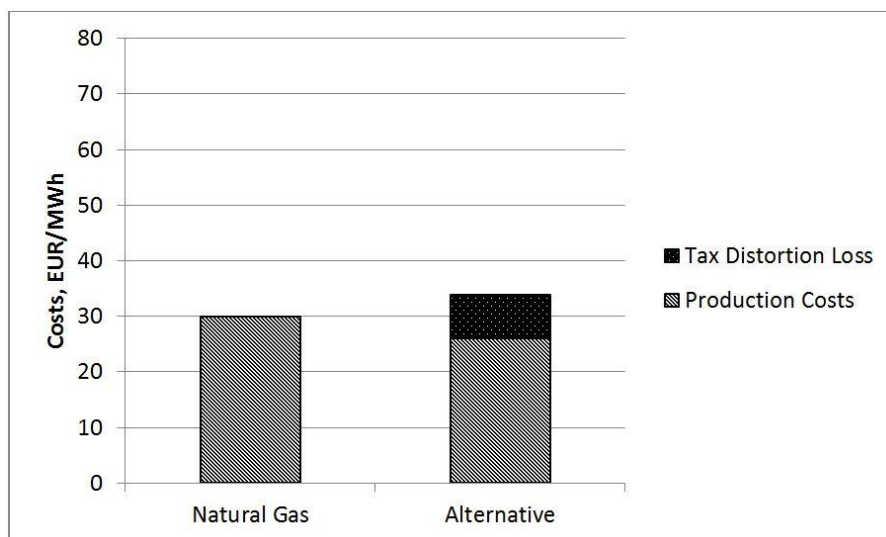


Figure 2. In this figure, the tax distortion loss principle is added to the socioeconomic calculation. As in figure 1, the alternative is still the most competitive concerning pure production costs. However, high taxation of natural gas is translated into a tax distortion loss assigned to the alternative, which changes the socioeconomic calculation in favour of natural gas. This is a direct effect of the tax on natural gas and has the consequence that the most efficient technology is rejected in the example. Hence, the ‘tax distortion loss’ theorem itself actually distorts the socioeconomic efficiency.

The Cocktail Effect of Economic Policies

Given the institutional context, there is an ambiguous effect of fuel taxation on the allocation of investment in the Danish district heating sector. On the one hand, taxes incentivise district heating companies to shift to alternative production forms. On the other hand, the use of the tax distortion loss principle results in a structural favouring of fossil fuels at the socioeconomic calculation level--because those fuels happen to be heavily taxed. In general, this structural barrier must be expected in any situation where the parliament wishes to incentivise particular energy sources in the district heating sector through the design of tax structure. So far these policies potentially have the opposite effect than intended. In combination with the Heat Supply Act and the tax distortion loss principle, tax on fossil fuels is in effect partly a protective institution that structurally disfavours renewable alternatives in the Danish heating sector.

Hypothetically, a lack of attention to this mechanism can potentially bring district heating companies under economic pressure. If taxes on fossil fuels in the future should be further increased, due to the political aim of phasing out those fuels, some companies would risk being caught in an economic-institutional paradox between business and socio-economy. As rising taxes increase the costs of a given production form, and thereby incentivise a technological change at the private economic level, the very same taxes tie the company to that existing production form even more strongly through the TDL mechanism. The result would be growing heat bills with diminishing opportunities for switching to alternative production forms.

In summary, there seems to be a ‘black’ bias in the real consequences of using the tax distortion principle in socioeconomic calculation. It therefore conflicts with the Heat Supply Act’s aim of promoting the most environmental solution. Similarly, this bias in the calculation procedure is in conflict with the aim of reducing the dependence on fossil fuels. It thus seems to be the case that the current implementation of the Heat Supply Act is not in line with the aim of the law

Placing the conclusions in perspective of the Coasian critique, the case demonstrates why the lack of institutional foundation of economic methodology is critical. The combination of tax structure, legislation and calculation procedures produces a cocktail effect with a joint outcome contrary to what was intended by each of the elements. This unintended outcome is the materialisation of the theoretical inconsistency that was exposed in the Coasian critique. The zero transaction cost approach is not only doubtful in theory but turns out to be even counterproductive in the concrete application. The only way to avoid such cocktail effects is to integrate in the analysis the concrete institutional and technological elements of the regulated subjects.

Concluding Remarks

This paper has demonstrated an example of how mainstream economic methodology has been institutionalised. Subsequently, the working of this methodology as part of the institutional structure of production has been explored.

From a Coasian perspective, the applied methodology is founded in zero transaction cost theory. The zero transaction cost theory has been institutionalised while the theoretical approach itself disregards the impact of institutions in economic analysis. The ironic character of this phenomenon is intellectually amusing though dark.

The presented case study concerns the institutionalisation of the tax distortion loss principle in the Danish energy sector and its implications on investments in the district heating sector. The investigations sum up to four conclusions. First, the theoretical concept *de facto* enters the regulation of the sector through its institutionalisation. Second, it does so at a theoretically inconsistent basis. Third, in its concrete application it promotes economic inefficiencies. And fourth, the real effects of its application are not in coherence with the aim of the legislation that has initiated its institutionalisation

Specifically for the Danish energy sector, the conclusions in this article call for a reconsideration of the calculation practice.

In an international perspective, it is a case study of how the universality of mainstream economic theory and methodology falls short in a concrete institutional setting. The apparent agility of the formalised institution free economic theory may have come at the cost of practical irrelevance. The lesson is that economics must be founded in the technical and institutional contexts where it is applied.

The zero transaction cost methodology tempts scholars and regulators to skip the analysis and go straight to the policy prescriptions. This temptation is one of the great misfortunes of mainstream economics.

Acknowledgement

The work presented in this article is a result of the research activities of the Strategic Research Centre for 4th Generation District Heating (4DH), which has received funding from The Innovation Fund Denmark.

References

Chittum, A. & Østergaard, P.A., 2014. How Danish communal heat planning empowers municipalities and benefits individual consumers. *Energy Policy*, 74(C), pp.465–474. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.001>.

Coase, R.H., 1991. Prize Lecture: The Institutional Structure of Production. Available at: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1991/coase-lecture.html.

Coase, R.H., 1937. The Nature of the Firm. *Economica*, 4(16), pp.386–405.

Coase, R.H., 1998. The New Institutional Economics. *The American Economic Review*, 88(2), pp.72–74.

Coase, R.H., 1960. The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, 3, pp.1–44.

Connolly, D. & Mathiesen, B.V., 2014. A technical and economic analysis of one potential pathway to a 100 % renewable energy system. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 01, pp.7–28. Available at: <http://journals.aau.dk/index.php/sep/article/view/497>.

Danish Energy Agency, 2014. District heating: The role of district heating in future energy supply, Available at: http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/undergrund-forsyning/el-naturgas-varmeforsyning/Energianalyser/nyeste/fjernvarme_uk.pdf.

Dyrelund, A. et al., 2010. Varmeplan Danmark 2010: Forudsætningskatalog for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Available at: http://vbn.aau.dk/files/40390643/Varmeplan_Danmark_2010_Bilag_Foruds_tninger_for_samfunds_konomiske_analyser_rev.1.pdf.

Energiklagenævnet, 2013. J.nr. 1021-12-185-11, Available at: http://www.ekn.dk/sites/ekn.dk/files/media/dokumenter/afgorelser/2013_1021-12-185.pdf.

Energinet.dk, 2016. Dansk vindstrøm slår igen rekord – 42 procent. Available at: <http://www.energinet.dk/DA/El/Nyheder/Sider/Dansk-vindstroem-slaar-igen-rekord-42-procent.aspx>.

Energistyrelsen, 2008. Energi i Danmark. , (Rødsand 1), p.2008. Available at: http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/info/tal-kort/energikort/download-faerdige-kort/Energi_i_Danmark_plakat.pdf.

Energistyrelsen, 2012. Energiforliget, Aftale mellem regeringen (Socialdemokraterne, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti) og Venstre, Dansk Folkeparti, Enhedslisten og Det

Konservative Folkeparti om den danske energipolitik 2012-2020. , pp.1–16. Available at: http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/politik/dansk-klima-energi-politik/politiske-aftaler-paa-energiomraadet/energi-aftalen-22-marts-2012/Aftale_22-03-2012_FINAL_ren.doc.pdf.

Energistyrelsen, 2015. Fjernvarmesektorens organisering og aktører - en oversigt. Available at: <http://www.ens.dk/undergrund-forsyning/el-naturgas-varmeforsyning/forsyning-varme/generel-varmeforsyning-1>.

Energistyrelsen, 2013. Nye krav til diskonteringsrenten i varmeprojekter. Available at: www.ens.dk/info/nyheder/nyhedsarkiv/nye-krav-diskonteringsrenten-varmeprojekter.

Energistyrelsen, 2005. Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. , 2005(april 2005).

Finansministeriet, 2013. Faktaark: Ny og lavere samfundsøkonomisk diskonteringsrente. Available at: <http://www.fm.dk/nyheder/pressemeddelelser/2013/05/ny-og-lavere-samfundsoekonomisk-diskonteringsrente>.

Finansministeriet, 1999. Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger,

Hvelplund, F., 2015. Innovativ projektevaluering. In F. Arler, M. A. Mosgaard, & H. Riisgaard, eds. Bæredygtighed: Værdier, regler og metoder. Aarhus Universitetsforlag.

Lund, H. et al., 2014. 4th Generation District Heating (4GDH). Energy, 68, pp.1–11. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544214002369> [Accessed January 12, 2015].

Lund, H. et al., 2012. From electricity smart grids to smart energy systems - A market operation based approach and understanding. Energy, 42(1), pp.96–102.

Lund, H., 2014. Renewable Energy Systems: A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of 100% Renewable Energy Systems Second Edi., Academic Press (Elsevier).

Lund, R. & Mathiesen, B.V., 2015. Large combined heat and power plants in sustainable energy systems. Applied Energy, 142, pp.389–395. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.013>.

Mathiesen, B.V., Lund, H., Hansen, K., et al., 2015. IDA's Energy Vision 2050: A Smart Energy System strategy for 100% renewable Denmark, Available at: http://vbn.aau.dk/files/222230514/Main_Report_IDAs_Energy_Vision_2050.pdf.

Mathiesen, B.V., Lund, H., Connolly, D., et al., 2015. Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions. Applied Energy, 145, pp.139–154. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915001117> [Accessed March 4, 2015].

Maxwell, V., Sperling, K. & Hvelplund, F., 2015. Electricity cost effects of expanding wind power and integrating energy sectors. International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, 6, pp.31–48.

Møller, F. & Jensen, D.B., 2004. Velfærdsøkonomiske forvridningsomkostninger ved finansiering af offentlige projekter, Available at: http://www.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_fagrapporter/rapporter/FR496.PDF.

Retsinformation, 2015a. Bekendtgørelse af lov om varmforsyning 1), Available at: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=165652>.

Retsinformation, 2015b. Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg, Available at: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=159034>.

Sorknæs, P. et al., 2015. Small-scale combined heat and power as a balancing reserve for wind – The case of participation in the German secondary control reserve. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 4, pp.31–42. Available at: <http://journals.aau.dk/index.php/sepm/article/view/927>.

Thellufsen, J.Z. & Lund, H., 2015. Energy saving synergies in national energy systems. *Energy Conversion and Management*, 103, pp.259–265. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890415005932> [Accessed July 8, 2015].

KAPITEL 8. TRE ØKONOMISKE POLITIKKER FOR ET VEDVARENDE ENERGISYSTEM

8.1. POLITIKFORSLAG 1: REFORMERET ELAFGIFT

I dette afsnit findes et engelsk manuskript, der udvikler og evaluerer et forslag til en ny elafgift. Manuskriptet er indsendt til et internationalt tidsskrift.

Manuskriptet beskriver bevæggrundene for en reformeret elafgift, skitserer et konkret alternativt afgifts-design og evaluerer til sidst reformforslaget gennem kvantificering af udvalgte effekter. Nedenfor følger et dansk resumé af teksten.

8.1.1. DANSK RESUMÉ

Manuskriptet tager udgangspunkt i den allokeringsmæssige grundsygdom i det danske afgiftssystem; skævheden mellem vind og biomasse. Denne skævhed er uddybet i afsnit 6.1.2.

Udover ligestilling af vind og biomasse, bør afgiftsmodellen være i stand til at differentiere mellem forskellige typer af elproduktion, således at ligestillingen mellem vindenergi og biomasseressourcer ikke medfører en unødigt afgiftslempelse for elproduktion baseret på fossile brændsler. Dette kompliceres af, at elektricitet ikke lader sig fysisk inddele i forhold til, hvor det er produceret. Elektricitet er en homogen vare, men produktionsteknologierne er heterogene. Bestræbelserne i den strategiske energipolitik, baserer sig netop på denne differentiering; dvs. at nogle produktionsformer er mere ønskeværdige end andre. Markedet kan som udgangspunkt ikke følge denne differentiering, da den handlede vare er homogen. Elforbrugerne konfronteres således ikke af et valg mellem eksempelvis vindkraft og kulkraft. Elmarkedet kan ikke opfange de sociale præferencer for vedvarede energi, da forbrugernes betalingsvillighed for ren energi ikke kan udtrykkes direkte gennem forbrugsvalg. Som sådan bliver de kvalitative egenskaber af produktionen nødvendigvis et politisk og planlægningsrelateret spørgsmål.

Idet det forudsættes, at den daglig drift i fjernvarmeselskaberne optimeres på baggrund af timebaserede prissignaler, er udfordringen imidlertid at designe kvantitative størrelser, der kan tage højde for de kvalitative præferencer. Prissignaler, der influerer på produktionsbeslutninger, udgøres af summen af markedspriser, afgifter og subsidier. Da elmarkedsprisen ikke alene kan dirigere udviklingen, må det undersøges, om man kan konstruere afgiftsmodeller, der formår at supplere markedspriserne i fjernvarmesektorens produktionsplanlægning.

Der er naturligvis en indre modsætning mellem den kvalitative karakter, som nævnt ovenfor, og den lokale optimering på baggrund af kvantitative størrelser. Generelt er de kortsigtede marginalomkostninger, der bestemmer elmarkedsprisen, ikke et særligt anvendeligt parameter for den langsigtede energiplanlægning. Det er dog en præmis for det følgende forslag, at den etablerede elbørs består de kommende år trods de indre modsætninger.

Denne koordinerings-udfordring vil med tiden blive aktuel for hele energisystemet. Sammenhængen mellem el- og varmesektoren er således blot den første case indenfor problemstillingen. Derfor kan det være værd at udvikle et koncept, der kan generaliseres til anvendelse i andre dele af energisystemet på sigt.

Forslag: En vindafhængig el-afgift

I det følgende vil en afgiftsmodel beskrives, som er designet til at forbedre allokeringen i et vedvarende energisystem. Afgift-princippets effekter evalueres på baggrund af de konkrete beregninger for fjernvarmen.

I den konkrete konfiguration er vind afgiftsfritaget. Dette er for at ligestille med biomasse, der under de nuværende forhold ikke er genstand for nogen væsentlig beskatning. For at ligestille vind og biomasse må elafgiften variere i forhold til vindandelen i elnettet. I den konkrete konfiguration beregnes vindandelen time for time af den totale elproduktion i Danmark. Den procentvise vindandel resulterer derved i en tilsvarende reduktion i elafgiften, således at der ved 100 procent vindandel er en elafgift lig nul, og ved 0 procent vindandel er en afgift på el lig det nuværende niveau; dvs. 380 kr/Mwh i 2016. På længere sigt kan det måske blive nødvendigt at indføre en afgift på biomasse. Elafgiften kan i dette tilfælde justeres tilsvarende, således at 'bunden' hæves til biomasse-afgiften.

Det skitserede forslag adskiller sig fra andre såkaldte dynamiske afgifts-modeller, idet den ikke forholder sig til den givne børspris. Andre har foreslået at anvende børsprisen som en proxy for vindandelen med reference til *merit order* effekten, og har på det grundlag formuleret en afgift som er en funktion af børsprisen.

Hvor *merit order* effekten synes at være en stærk trend på lang sigt, findes der ikke nogen 'skudsikker' sammenhæng mellem vind og pris fra time til time. Der er en vis sammenhæng mellem vindandel og pris, men der findes også en betydelig varians for alle prisniveauer. Ved gennemsnitsprisen omkring 25 øre/kWh kan vindandelen variere fra 0 til omkring 90 % af produktionen.

Det teoretiske problem ved at bruge prissignalet som indikator for vindandelen er, at markedsprisen kun er en funktion af den marginale værdi; det vil sige den marginale producents marginale produktionsomkostninger. En formålstjenlig afgiftsmodel bør imidlertid ikke forholde sig til marginalen, da det er volumen, som har interesse. En situation med 100 procent kulkraft såvel som 10 procent kulkraft kan således i teorien give det samme prissignal, da det i begge tilfælde er et kulkraftværk, som er prissættende. En afgiftsmodel, der forholder sig til vindvolumen, er således en mere præcis indikator for den information, som afgiftsmodellen tilsigter at få efterspørgslen til at reagere på.

Et fortrin ved den prisbaserede dynamiske elafgift vil være, at elforbrugerne kun behøver at kende den fremtidige elpris for at kende den fremtidige afgift. Der kunne argumenteres for, at dette vil være en mere transparent model for eksempelvis fjernvarmeselskaber, som gerne vil planlægge deres produktion nogle timer frem. Men i sidste ende er både børsprisen og den vindafhængige elafgift forbundet med den samme usikkerhedsfaktor; nemlig de næste dages meteorologiske forhold.

Det kan tilføjes, at termen dynamisk afgift er en delvis misvisende term for den vindafhængige afgift, da der tværtimod er tale om fast afgift på henholdsvis vind- og brændselsbaseret elproduktion.

I det engelske manuskript nedenfor evalueres afgiftsforslaget i forhold til effekten på selskabsøkonomiske incitamenter og afgiftsprovener for staten. Det konkluderes, at afgiften vil forbedre incitamentsstrukturen for fjernvarmeselskaberne. Samtidig øges statens

afgiftsprovenu i forhold til den eksisterende trend, der går mod en biomassebaseret fjernvarmesektor.

8.1.2. INSTITUTIONAL INNOVATION FOR TECHNOLOGICAL TRANSITION: A TAXATION PRINCIPLE FOR RENEWABLE ENERGY SYSTEMS

Abstract

The technological transition towards a renewable energy supply requires institutional innovation in the energy system. Based on recent insights from technical system analysis, this paper proposes a new electricity tax model. The concept is developed on basis of a case study of the Danish district heating sector. However, it addresses a wider and more permanent allocative issue for a renewable energy system; the competition between biomass and wind energy. The concept is designed to achieve parity between biomass and wind energy without boosting the demand for fossil fuel based electricity. The effect of the tax concept is analysed. The proposal secures desirable private economic incentives while improving the tax revenue for the state, compared to the current empirical trend.

Keywords; Energy policy; Energy taxation; Wind energy; District heating; Renewable energy systems; Smart Energy Systems

Introduction

Several countries have initiated a technological change from stored fossil fuels to fluctuating renewable energy supply, primarily in the form of wind power and photovoltaics. The change in the technical properties of the production basis also requires organisation and institutional changes. From an economic organisational point of view, the inherent storability provided by the fossil fuel reserves is lost in the transition to an energy supply based on wind turbines and photovoltaics. The fluctuating and fleeting nature of the renewable resources necessitates the creation of new storing services in order to coordinate the delivery of energy services with the end use needs. For stimulating and sustaining the creation of adequate storage facilities, new institutional structures are needed [1][2].

These institutional structures, however, cannot be meaningfully discussed and developed without specifying the physical and technical basis of future energy systems. In our view, the discussion of market design, tax structure etc. must be based on technical energy system scenarios which are documented to be both technically feasible and in line with energy policy goals. In this paper we will propose and evaluate a taxation concept designed to meet some of the important coordination challenges that arises in a renewable energy system.

Before heading to the concrete proposal, it is necessary to elaborate on the technical opportunities which form the basis of our proposal and subsequently describe the methodological aspirations of our work.

Technical synergies and potentials in the transition

A paradigm of research within technical system analyses has demonstrated large synergies in dealing with the fluctuating supply through an energy systems approach. By ‘energy system approach’ it is meant that the challenges of a fluctuating supply in the electricity sector, is not only approached as an electricity sector challenge. Instead, an energy system approach includes the total energy supply as meeting the electricity demand, heat demand and transport demand. Such a broader approach to system designs reveals that all energy services can be more effectively met by integrating the electricity, heat and transport sector. This implies that, in a renewable energy system, not only traditional electricity demand but also heat and transport services could be supplied by wind turbines in hours of high wind. Thus, an energy policy promoting such cross sector integration could more effectively reduce fuel consumption in the energy system as a whole [3].

In traditional systems supplied by thermal electricity generation, a range of countries have utilised the associated waste heat to meet heat demand by distributing it as hot water through urban heat networks, also known as district heating [4]. This build-up of combined heat and power generation has contributed to reduce the fuel consumption in the heat sector by replacing the need for individual heat boilers. Thereby, an integration of the heat and electricity sector has provided improved fuel efficiency for the energy system as a whole.

As the capacity of wind turbines and photovoltaics is increasing, new potentials arises for an even closer integration of the sectors. In high wind, the associated peak production in the electricity sector is likely to exceed the traditional electricity demand. If production exceeds demand, in the present energy system configuration, wind curtailment is needed in order to insure the stability of the grid (or more specifically to keep the frequency at the same level). Such actions represent an economic efficiency loss since the short term marginal cost of wind power production is zero. Instead of shutting down wind turbines, an integrated energy system would be able to exploit the excess wind power to reduce fuel consumption in meeting heat, cold and transport demands. For thermal services, heat pumps or electric chillers could convert electricity to heat and cold with high efficiencies and thereby bring about large reductions in fuel consumption [5][6]. If those services are supplied through thermal grids, the use of central thermal storages would make it possible to respond flexibly to the fluctuating electricity supply in a cost effective way [7]. Such technical arrangements may provide vital storage facilities for a renewable energy system to be realised. Further, electrified transportation as well as so-called electrofuels has the potential to reduce primary fuel consumption in the transport sector through utilisation of wind energy [8][9]. Likewise, the synthetic fuels and gases can be stored cost effectively [7].

Such scenarios for a future energy system are well documented and demonstrated by simulations in the technical literature. The phrase Smart Energy Systems has in recent years been established for describing an energy system which is assessed and designed from a cross-sectoral perspective in order to handle the fluctuating primary supply that characterises a renewable energy system. Specifically, the institutional concept developed in this paper is based on analyses made in the energy systems simulation tool EnergyPLAN. EnergyPLAN is developed at Aalborg University and is widely applied for designing and simulating energy systems, especially in instances of high renewable energy shares [10]. EnergyPLAN is capable of simulating a given energy system scenario at an hourly basis through a whole year [11]. Simulating at an hourly basis is important for detailed analysis of renewable energy systems with large amount of fluctuating primary supply [3]. Further, the inclusion of the total energy system in the model makes it possible to discover cross-sectoral synergies.

One of the countries at the forefront of the technological transition, as measured by the share of renewable sources in the electricity supply, is Denmark. In Denmark, wind turbines generated around 40 percent of overall electricity supply in 2014 and 2015 [12][13], and current political goals aim for a 50 percent wind energy share in electricity supply by 2020. When countries reach such high shares of renewable energy, questions about how to deal with the fluctuating nature of the energy source become pertinent [3]. The Danish energy sector is therefore an interesting case of the organisational challenges that are derived from the technical change.

As the following economic analysis will address the present Danish institutional structure, the technical reference is based on scenarios for a fossil free energy supply in Denmark, primarily the CEESA research project [14] and IDA's Energy Vision 2050 [7].

We will focus at the current conditions for achieving the synergies described above between the Danish electricity and heating sectors.

From connoisseur to creator

“Read Plutarch and Lucian, men of the most generous capacities and the widest culture: the Fenélin and Voltaire of a mature age. These admirable writers have, alas! One great defect: they know too much for their own good. The connoisseur has replaced the creator. Such a community faces too many incompatible choices; and as a result, fashion takes the place of organic necessity, and novelty becomes a substitute for rational development ” [15]

In line with the needs described in the above Mumford quote, we intend to make it possible to provide usable policy recommendations as an output of our studies. In the same way as it is required from engineers to design technical solutions at a concrete level. In order to formulate usable policy recommendations, it is essential to make interdisciplinary studies of the interrelations between concrete technical scenarios and concrete institutional designs.

Before presenting the regulatory concept and analysing its consequences, we will give a few remarks on the methodological and scientific perspectives and motivations of the work.

It is a difficult societal task to design and develop an institutional structure capable of sustaining technological change. It does essentially require institutional innovation since the technological system it is supposed to regulate—that is, a 100% renewable energy system--has no predecessor. Solving this task requires deep insight into the objects of regulation. Therefore, we regard it as important that scholars attempt to formulate institutional concepts which may inspire the empirical process of institutional change. This scientific ambition requires an interdisciplinary methodological concreteness which is not so widely seen in international academic publications within social sciences--and maybe in particular--economics. But it is important that scholars independent of political and economic interests enter this institutional innovation process since the success of such innovation is a premise for the technological change to succeed. The institutional structure of a renewable energy system is unknown land and therefore a scientific subject. Due to the character of science, this unknown land must be studied objectively and transparently. Due to the nature of the material, it has to be studied at a concrete level.

There are some general allocative challenges in the transition to a renewable energy system. These general challenges have been described in the sections above. While the challenges are

general, it is our belief that those challenges are materialised in very specific forms. Accordingly, they must be assessed at a concrete level in context of the specific institutions and technologies. This approach, which elsewhere has been termed Concrete Institutional Economics [16], is related to mainstream paradigms of New Institutional Economics. Institutional economics stresses that economic systems must be assessed in their institutional context and the literature in general contributes with many very interesting and insightful writings [17][18]. However, often the various branches of institutional economics stay at an abstract level which is independent of the specific technological and institutional context.

Ronald Coase encouraged his fellow scholars to study ‘the economics of positive transaction costs’ [19]. In our interpretation this encouragement is not only about developing new theories. It is also an encouragement to examine actually existing economic institutions and attempt to understand their working in concrete cases. As a superstructure to such contextual studies, general insights may eventually arise which can be developed in dialogue with the detached theoretical traditions. This approach should also be seen in the perspective of Elinor Ostrom’s work that has demonstrated the variety of actual, empirical institutions which has evolved. Thus, the specific is the general.

To our knowledge, the literature on institutional innovation in the context of developing integrated, 100 % renewable energy systems is rather scarce. This is perhaps not a surprising observation insofar that thinking in terms of 100% renewable energy systems may not yet have become a habit everywhere and somewhere not even accepted . Our view is that the technical feasibility of such scenarios is sufficiently documented, and the scholars whose interests concern the economic and institutional level of energy systems should begin to take point of departure in these technical learnings [14][7].

This paper is an early and humble attempt to start an important institutional innovation process in which the literature strive for using existing technical knowledge to define and formulate new institutional models and expose the properties of those concepts through systematic analysis. The vast majority of the rich and inspiring literature in the field of institutions and renewable energy deviates from the present work by either being working only at an abstract level , focusing on single subsectors of the energy system and/or not sharing the ambition of formulating applicable institutional concepts linked to concrete technical scenarios.

We therefore believe that although the analysis necessarily must take point of departure in the specifics of the Danish system, as explained above, its substance is of wider international relevance.

The Current Empirical Development: What is the problem?

As outlined in the introductory section, the possibility of the ideal technical scenarios is well documented. Meanwhile, the empirical development so far deviates significantly from such technical paths.

While the capacity of wind turbines has continuously expanded in recent years, Denmark has not been moving particularly quickly from a smart energy system perspective. The analysis here will focus on the major challenges surrounding Danish district heating.

In the technical scenarios referred to above, the heating sector is a major recipient of electricity as a wind energy carrier. The volume of the Danish heat market in 2016 is around 55 TWh/year [7]. It is expected that the heat demand in future energy systems will remain of a considerable size. Although renovations and new low energy buildings are expected to reduce overall heat demand, the energy savings potential is delimited by a projected increase in total building area and residual hot water demand [20]. The residual hot water demand includes domestic demand for hot water services beyond space heating. Most future energy scenarios for Denmark assume a heat demand of between 35-40 TWh in 2050 [7] [14][21]. The heat market therefore holds a long term potential as a receiver of wind energy, and should be expected to represent an important part of a smart energy system.

In order to realise the potential synergies through integration of the heat and electricity sectors, investments in heat pumps are needed as this technology that can link the two sectors. The latest statistics from the Danish energy sector do not suggest that these investments are taking place.

While the capacity of heat pumps has been more or less steady at a very low level for the last 10-15 years, the use of biomass resources has dramatically increased [22]. The increased use of biomass for heating is problematic for a smart energy system in two ways. Firstly, it does not deliver the needed technical interface, which could promote the integration of wind power and heat production. This integration is necessary to reduce the energy system's overall fuel consumption. Secondly, it consumes a resource that is expected to have a higher value for alternative uses in future energy systems, especially for transport [9][8]. Biomass should also be expected to have important applications outside the energy system. Likewise, land scarcity has been highlighted as a serious challenge for Danish planning in the coming decades [23]. Overall, minimising biomass use for electricity generation and heating should be of high priority in a renewable energy system.

The data also show that heat production is moving from natural gas based combined heat and power plants (CHP) to boiler units, which further decreases the system's overall fuel efficiency [22][24]. The reduced number of operating hours for the CHP units is to be explained by the declining price levels at the Nordic electricity exchange (known as Nord Pool Spot). The average electricity market price in Denmark has decreased 55 percent from 2010 to 2015 [25]. The decrease in price level should, on the other hand, improve the competitiveness of electricity-to-heat conversion. However, as mentioned above, the CHP-units have to a large extent been replaced by boilers --especially biomass boilers.

The reason for this fuel inefficient development can be traced back to the tax structure that surrounds the Danish district heating companies. The tax structure, in particular, represents an institutional barrier for entering the next phase of technological transition.

Table 1 shows the current taxation of electricity and biomass inputs to district heating in 2015. The numbers reveal a clear inequality in the taxation of biomass and electricity. This inequality encourages district heating companies to make investments in biomass boilers at the expense of heat pumps. As such, the present tax structure distorts the allocation of investments in the Danish district heating system.

Input	Electricity	Straw	Wood Chips	Wood Pellets
Tax, EUR/MWh	51	1.75	1.15	2.61
PSO, EUR/MWh	34*	0	0	0
Total, EUR/MWh	85	1.75	1.15	2.61

Table 1: Tax and PSO payments for competing inputs to district heating. *The indicated PSO payment is for late 2015 (PSO is an abbreviation of Public Service Obligation which finances the feed-in tariff for wind turbines, among others.).

Historically, high taxation on electrical input to the heating sector has been justified by a domestic electricity supply dominated by coal fired power plants. At the same time, the taxation has been rational in order to promote combined heat and power generation and investments in collective heat networks. As wind power capacity is expanding, the taxation on electricity should be adjusted accordingly. This tax policy inherited from the fossil era results in misallocations between biomass and wind as illustrated in figure 1.

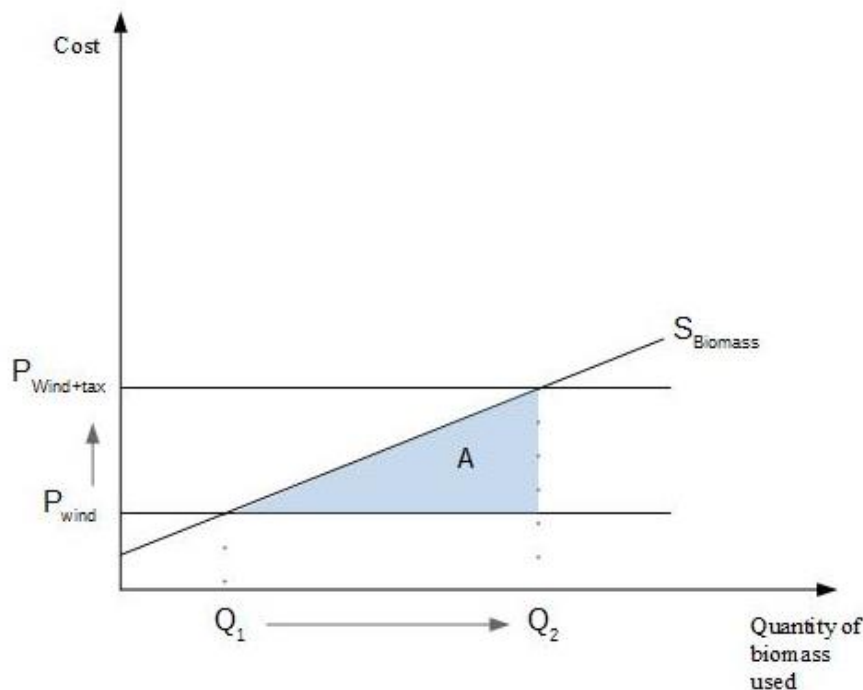


Figure 1 Use of biomass as input in the heat market. The figure illustrates the distortion in input factors to district heating caused by the current taxation scheme. The total economic loss caused by the taxation is equal to the area shaded area A.

When considering input factors to district heating, the tax structure results in an over consumption of biomass compared to wind energy.

Figure 1 illustrates the economic principle that determines the allocation between wind and biomass. The amount of biomass used is found in the intersection between the input factors'

costs represented by the curves (keep in mind that these curves are only simplistic representations intended to illustrate the mechanism). The market efficient use of biomass is the quantity (Q_1) found in the intersection between the biomass supply curve (S_{Biomass}) and the wind price excluding tax (P_{Wind}). Considering the cost curves depicted in Figure 1, this would mean a low share of biomass input into the district heating sector. However, when the empirical tax structure is added, the market will utilise a biomass quantity (Q_2) found in the intersection between the biomass supply curve and the price of wind including taxes ($P_{\text{Wind}+\text{Tax}}$). The district heating sector is thus encouraged by the taxation scheme to use larger amounts of biomass than is societally optimal. This misallocation brings about higher system costs and a socioeconomic loss. The size of this loss is equal to the area A in the figure.

In a renewable energy system, it is of vital importance that the finite biomass and the fluctuating wind resources are allocated efficiently. In a market based economy, this would as minimum require a neutral taxation structure. The existing institutional structures are shaped by the past production basis. For example, the high taxation of electricity for heat purposes has been rational in the context of coal fired power plants and the wish to promote combined heat and power production. Likewise, the high taxation of electricity consumption has incentivised energy efficiency, including the build-up of district heating infrastructure.

Since the current tax structures are fitted to the fossil era, it requires institutional innovation to unlock the technical potentials found in a renewable energy system. This paper will propose a new institutional concept developed for the purpose of promoting and supporting the efficiency potentials found in the technical literature. We will focus only on the use of excess wind power and its integration with the Danish district heating sector. However, although the proposed concept is developed on basis of the Danish district heating case, it is intended for wider use. The competition between wind and biomass is a permanent allocative challenge in a renewable energy system. The importance of an efficient allocation between fluctuating wind and solar resources on the one hand, at the easy storable biomass resources on the other, will also arise in the transport sector. This will likely not only include battery electric cars in competition with biofuels. Also the biomass economising electrofuels would require a non-discriminating tax structure in order to prevail.

The institutional concept presented in this paper therefore addresses a fundamental allocative issue in renewable energy systems. If the institutional structure fails to support such resource efficient allocation, the realisation of a fossil free energy supply could become unnecessarily costly if not even hindered.

An electricity tax model for a renewable energy system

Based on the general allocative challenges outlined above, the tax concept must meet two basic criteria. The purpose of the tax concept is to serve the allocative priorities derived from the technical literature. The criteria thus serve the purpose of internalising the techno-economic value of technologies that can act as a flexible infrastructure for large shares of renewable energy.

Criterion 1: It must establish parity between wind and biomass as primary resource

The first criteria can be made either by raising taxes on biomass resources or by lowering taxes on wind energy. A tax on biomass for heating purposes has earlier been tried

implemented in Danish politics. However, this attempt failed politically—apparently due to the challenges of monitoring the use of biomass; a resource which, despite its long term scarcity, is widely accessible and almost behave as if it was a quasi-common good and therefore lacks perfect excludability .

Criterion 2: It must be able to differentiate between wind based electricity and fossil fuel based electricity

The second criterion is complicated by the fact that the use of electricity as intermediary energy carrier is a technical necessity. However, the heterogeneous energy resources are not physically separable once fed into the electricity grid. The energy content in fossil hydrocarbons and wind becomes physically homogenous on the electricity demand side and therefore inseparable. A selection proxy is therefore needed if tax reliefs on electricity should be directed towards wind energy only.

Besides adhering to the two design criteria, the concept must also create the right incentives for the central actors in the economic system. First and foremost, this concerns the investment incentives at the district heating company level. Further, the effect on tax revenue is also of interest. The state is a central stakeholder being simultaneously enforcer of taxation and receiver of the fiscal transfers. The designed concept will therefore be evaluated by quantifying its effect on both private economic competitiveness as well as tax revenue.

The proposal put forth in this paper is to implement a tax rate on electricity which is dependent on the hourly share of renewable energy in the electricity generation mix. In the Danish case, this would primarily be the hourly share of electricity generated from wind turbines and, to a lesser extent, photovoltaics. Hereafter we will primarily refer to the wind supply but in principle we refer to both wind turbines as well as photovoltaics. The underlying principle is to assure that taxation on wind and photovoltaics is equal to biomass – without delivering tax relief to coal fired power plants. Hence, while appearing as a variable tax on electricity it is actually a fixed tax on fuels. The designed tax model should create a situation in which electricity-to-heat conversion becomes an economically competitive option given high real-time wind shares, while becoming more expensive in hours when wind supply is low. The latter condition should ensure that the demand for electricity produced from traditional power plants is minimised.

In the reform proposal, the energy tax on electricity is changed from a flat rate to a dynamic rate which varies from hour to hour. Previously, others have proposed a dynamic tax that is dependent on the Nord Pool price, meaning that low prices would result in a low tax and vice versa. The rationale is the assumed negative relation between wind production and price, implying that hours of high wind result in low electricity prices. As such, the market price has been viewed as a proxy for the wind share of electricity supply. The present proposal is different since it does not directly relate to price. It turns out that the hourly relation between wind and price is not sufficiently strong for the purpose. It should be kept in mind that, theoretically, it is the marginal supplier who sets the price; and the marginal plant, after all, does not convey any information about volume. For example, the same type of coal fired power plant might set the price in hours with 90 percent wind power production as well as in hours with 10 percent wind power production. As can be seen in Figure 2, the wind share varies significantly for most price levels; especially in the mid-price level where the majority of hours are located (the average price in 2013-2015 was around 34 EUR/MWh in the west Danish price area).

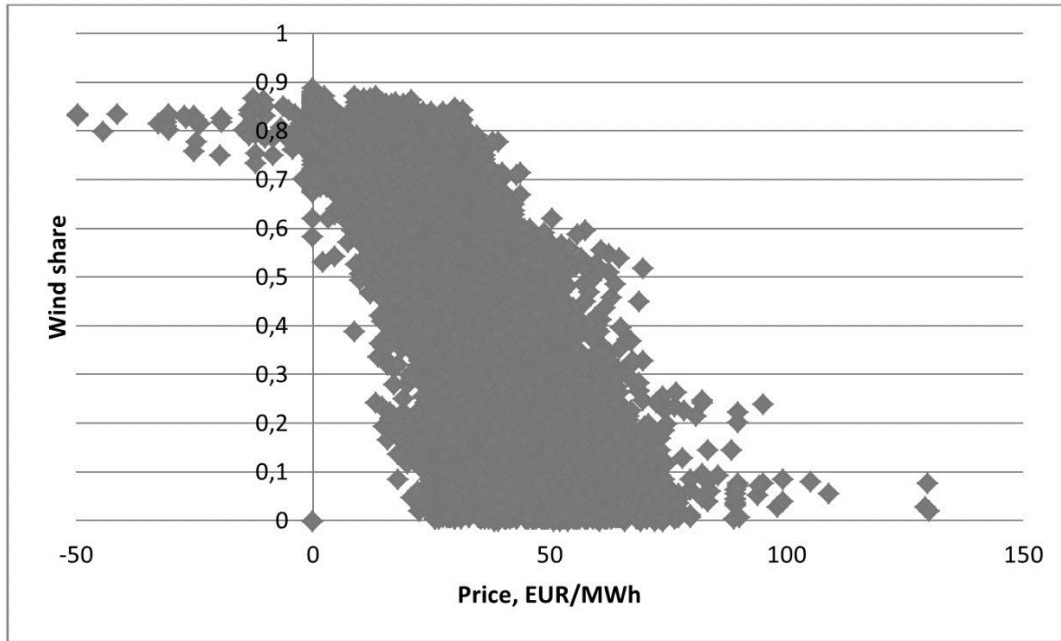


Figure 2: The relation between the wind share of electricity production and electricity price. The figure includes hourly observations for the west Danish price area in the period 2013-2015 [26].

Instead of using the market price as a proxy for wind shares, the present proposal relates to the actual share of wind production in the electricity system. As an example of a concrete configuration, the tax rate starts at today's level during hours with no production from wind turbines (i.e. 50 EUR/MWh). The tax rate will then decline as the wind share increases. In other words, district heating companies would receive a discount equivalent to the share of total electricity production that comes from wind turbines and photovoltaics in a given hour. For example, if 50 percent of electricity generated in a given hour comes from wind turbines and photovoltaics, the tax on electricity in that specific hour would be 25 EUR/MWh ($=50 - 0.5 \cdot 50$). The exact configuration of the tax could be discussed in more detail, but for the purpose of the illustrative calculations in the following sections, this straight forward interpretation is applied. For convenience, this concept is henceforth referred to as a 'smart tax'. The term serves to underline the proposed concept's close connection to the smart energy systems approach.

More generally, the determining factor for this taxation principle could be in one of two formations: either the share of wind power as a portion of the total hourly electricity production, or the share of wind production compared to the total installed wind capacity. The first option, i.e. the share of total production, is chosen so that the tax deduction is based on the wind share of delivered electricity, rather than on the utilisation of installed capacity. A third option is to base the tax on the relation between wind production and consumption. Determining which principle is the most appropriate is up for further discussion. The 'share of production' configuration is chosen to ensure that fossil energy does not achieve green washing through its bundling with wind energy in the electricity grid. If fossil energy achieves higher market shares in the electricity system, the tax will automatically adjust in an upward direction. Moreover, the applied configuration in this paper is based on national aggregation. It could be of interest to investigate other spatial aggregation levels, e.g. wind shares on a more local level. But these questions will not be explored in this paper.

In general, the outlined taxation principle should be perceived as a very pragmatic proposal that addresses the current electricity trade regime. This regime is characterised by a centralised system where the TSO and the Nord Pool electricity exchange constitute a de facto monopolisation of trade in Denmark. Future research should investigate the development of alternative regimes that could compete against this centralised monopoly. Especially, the development of more locally based trade regimes may potentially promote more efficient cross sector integration. However, these questions, regarding the fundamental layer of the institutional setting, are beyond the scope of the present paper.

Quantifying the effects on selected stakeholders

The effect on private economic incentives

In this section, the effect of the tax reform proposal is estimated at plant level. Altering incentives on the private economic level is within the scope of the proposed tax reform, because investment decisions are made at the company level. It is thus of interest to estimate the relative competitiveness of heat pumps compared to biomass alternatives. First, this is done for the current Danish configuration, which includes the distortive institutional structure of taxes and PSO payments. Afterwards, the current setting is compared to an alternative configuration where parity between wind and biomass is established. This configuration includes the ‘smart tax’ concept, described above, and the removal of PSO payments on electricity. The latter is only done to secure parity. Merely removing PSO payments for all resources does not represent a long-term solution to the challenges connected to the PSO tariff. A new PSO design may be required for a smart energy system, but this theme is beyond the scope of the present paper.

Method for estimating the effect on private economic incentives

The exact operating profile of the heat pumps depends on more than just the institutional setting. Also the local technical context would influence the operation of the units. In order to include both contextual levels, the effect of the tax change is investigated by simulating a district heating plant through a whole production year. The simulations have been carried out in the software programme energyPRO. This programme is able to simulate a district heating plant on an hourly basis through a whole production year [27][28].

At the technical level, a reference district heating plant is defined. The reference plant is supplied by a natural gas boiler, a natural gas fired combined heat and power unit (CHP), and a thermal storage unit. As such, it is intended to represent the traditional technological setting for a distributed Danish district heating plant. Four investment alternatives are considered for the reference plant; a heat pump, a straw boiler, a wood chips boiler, and a wood pellet boiler. The effect on the marginal yearly production costs resulting from investment in the heat pump is then compared to the effect from investing in each biomass alternative. The net effect from the heat pump on the yearly heat production cost is thus determined.

The simulations in energyPRO do not include initial investment costs. In comparison with boiler technologies, heat pumps tend to be cheaper in operation but more expensive in investment. A calculated net present value is therefore used as indicator of competitiveness. The net present value of the heat pump is calculated in comparison to each biomass technology by supplementing the yearly savings in operation costs with the investment cost

data. The interest rate is set at 5 percent in the calculations. An interest rate of 5 percent may be seen as a relatively low requirement in a private economic environment. The chosen rate reflects the consideration that the relevant companies, being owned by consumers or municipalities, are expected to have a relatively low required rate of return. It should also be noted that current interest rates are relatively modest in contemporary financial markets. A sensitivity analysis using a 7 percent interest rate has been carried out; no changes in the overall result patterns were observed.

In the ex ante scenarios, the institutional configuration is identical to the current. In the ex post scenarios, the taxation is changed from the current to the alternative configuration. Likewise, the PSO payment is removed in the ex post scenario. Based on the scenarios, it can be investigated how the change in taxation would affect the business economic competitiveness of the heat pump. The simulations have been conducted using a 1 MWe heat pump with a COP of 3. For the biomass alternatives, a boiler with an efficiency of 90% is assumed. The latter, especially, is a simplification, as it may not be possible to achieve the same efficiencies for all biomass resources. In Figure 3, the results are summarised.

Results for private economic incentives

Under current regulations, the heat pump cannot compete with any of the biomass alternatives. As seen in Figure 3, the calculations return negative net present values for all ex ante scenarios. However, when the alternative tax regime is implemented, the commercial incentives are turned upside down. The heat pump becomes the most competitive technology in comparison with each biomass alternative, returning positive net present values in all ex post scenarios.

It can thus be concluded that the business economic incentives for promoting electricity-to-heat integration would be in place if the tax and PSO system did not discriminate against wind power as an input resource for district heating. This means that if a sensible tax structure were in place, no subsidies would be needed in this technological area to take the next step towards a 100 percent renewable energy system. A basic principle for avoiding the present discrimination and achieve an efficient allocation has been outlined in this paper.

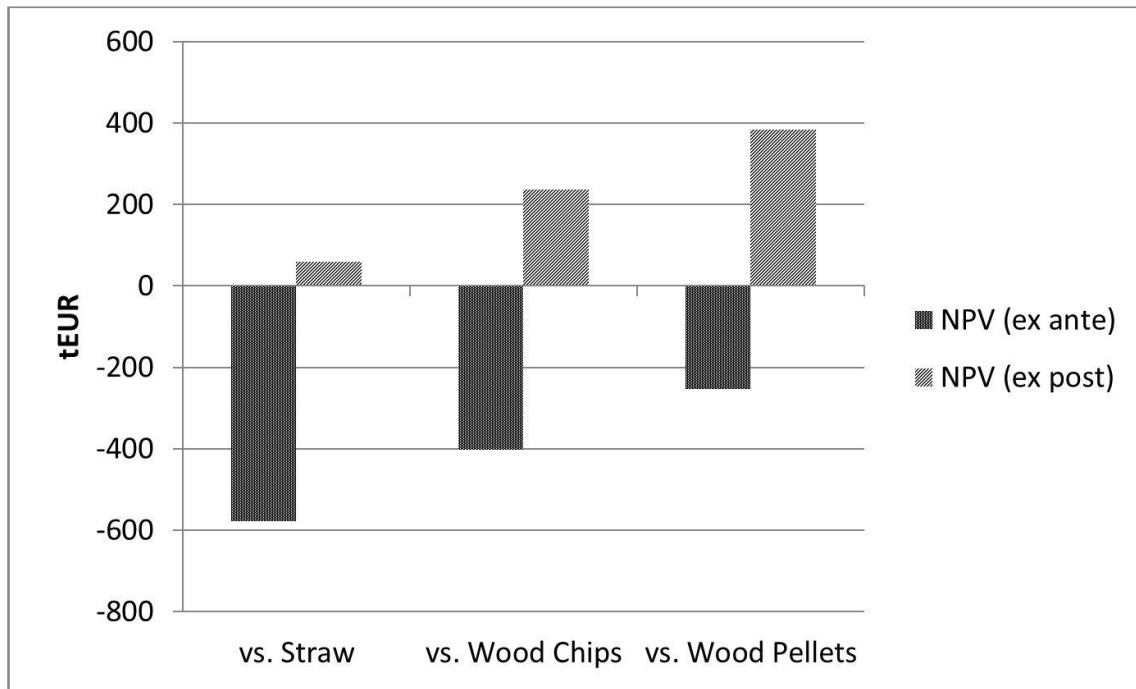


Figure 3: Competitiveness of heat pump in comparison with biomass alternatives. The figure shows calculated net present values (in thousand euros) for investing in heat pumps compared to three different biomass references.

The effect on tax revenue

As described in the previous sections, the current tax structure has a significant impact on investment decisions at the plant level. There is also, of course, a receiver of these private economic expenses. The state should therefore also be perceived as an economic stakeholder in contemporary tax structures. Energy taxation has historically played an important role in financing the Danish welfare state. Currently, around EUR 4.5 billion is collected in energy taxation (excluding levies on emissions and vehicles) [29]. It is beyond the scope of the present paper to judge whether or not energy use in general is a favourable subject of taxation from a socio-economic perspective. However, recognising the contemporary role of energy taxation in Danish society, it is relevant to estimate the proposed tax reform's influence on tax revenue.

In general, tax reforms can contribute to the state's revenue in two ways. The first one is direct payments from the tax proposal, i.e. additional tax income received from increased electricity consumption. The other is an indirect effect which is a result of an increase in total economic. This enhanced income may be collected through taxes, thereby keeping consumers' buying power at the status quo; or, alternatively, the resulting increase in consumption would raise the state's tax revenue from VAT, etc. Only the first direct effect is calculated below. However, the second indirect effect should also be expected since a more efficient allocation of wind and biomass would increase total societal income.

Method for estimating effect on tax revenue

The tax revenue has been calculated on the basis of electricity production data from 2014 [26]. Similar to when estimating the private economic effects above, an average COP of 3 has been applied. For each input factor, the tax revenue is calculated on an hourly basis and then summarised for a whole year. To determine the contribution from heat pump operation, the tax payment in the biomass scenarios is deducted from the tax payment in the heat pump scenario. Thus, the results presented in Table 2 are the net contribution from heat pumps in comparison with each alternative input resource. The resulting revenue is dependent on how many hours the heat pump is assumed to operate. In Table 2, the results from two selected scenarios are presented: 1) a scenario in which the heat pump capacity is operated only in hours of electricity export (thus interpreting export as a proxy for ‘excess electricity’), and 2) a scenario where the heat pump capacity operates as base load. These two scenarios may be perceived as the upper and lower bounds of a possible operating range. How the heat pump capacity would operate in reality would be determined by the exact technical settings and local context.

Results for tax revenue

Looked upon in isolation, the proposed tax reform implies a tax relief on electricity consumption. This relief, however, would not necessarily lead to shrinking tax revenue for the state. This is because the use of electricity for heating could replace the contemporary trend of investing in biomass based capacity. The commercial attractiveness of biomass for heating is, as analysed in the previous section, the result of the current tax structure – and not a reflection of current market prices. Thus, for every MWh of electric input that replaces biomass use in Danish district heating, there would be a non-negative effect on the tax revenue for the state. As an economic stakeholder, the state should therefore have no fiscal reasons for not adopting the tax proposal.

The results show that heat pump capacity of 500 MWe operating as base load could contribute with a yearly tax payment ranging from 85 to over 105 million euro, depending on the biomass resource it replaces (these values are rounded off). If assuming that the heat pump capacity only operates in hours of electricity export, the tax payment would sum up to approximately 30-40 million euros. In a real life application, the operating behaviour for a heat pump, and thereby also the tax revenue, would be somewhere in between the two ranges listed here, depending on the exact technical setting and local context.

	Heat pump operates in export hours only (500 MWe)	Heat pump operates as base load (500 MWe)
Replacing Straw	35 MEUR/year	100 MEUR/year
Replacing Wood Chips	40 MEUR/year	105 MEUR/year
Replacing Wood Pellets	30 MEUR/year	85 MEUR/year

Table 2 *Net tax revenue compared to biomass alternatives; Tax revenue from a 500 MWe heat pump capacity operating under the smart tax regime. As the lower bound, the revenue is calculated based on the assumption that only exported electricity is redirected into the district*

heating sector. As a higher bound, the revenue is calculated based on the assumption that the heat pump capacity operates as base load.

The tax revenue gain also reflects the fact that fossil fuel based electricity would find its way into the electricity-to-heat conversion pool. As the installed renewable production capacity increases in the coming years, the average tax measured in EUR/MWh should be expected to decrease. In order to preserve the total tax revenue at a level that is comparable to the contemporary situation, it would be necessary to raise the 'floor' of the tax on electricity along with the expansion of wind capacity. For example, the tax on electricity may vary from e.g. 15-65 EUR/MWh or perhaps 25-75 EUR/MWh (replacing the current range of 0-50 EUR/MWh). This could be done to the extent that the taxation of biomass is adjusted accordingly, so that energy from wind turbines and photovoltaics is not discriminated in the conversion sector.

Conclusions

The current tax structure in the Danish energy system prevents the most technically and economically attractive developments from being realized. This paper has focused on the institutional interface between the Danish electricity and district heating sectors. The present tax structure is found to explain an unfortunate, empirical development. The tax structure pushes investment decisions into biomass based solutions. These investments result in aggregate economic losses, implying an under-utilisation of electricity and an over-utilisation of biomass.

It is thus clear that the current tax structure must be redesigned in order to unlock the synergies of alternative electricity allocation. To this end, a basic principle for electricity taxation is presented which secures parity between wind and biomass. It is proposed that the electricity tax should be based on the hourly wind share of total electricity production.

The developed alternative tax proposal is designed to secure an even taxation of biomass and wind. In the future, it may be necessary to introduce a higher taxation on biomass. In such a case, the tax on electricity could be adjusted accordingly. However, the inherent variable nature of the proposed tax concept may be worth keeping as it stimulate to flexible demand. Flexibility is valuable in a system with fluctuating supply; not only for heat purposes but also in other conversion activities such as electricity-to-gas.

Besides securing parity in principle, the effect of the tax proposal is investigated in two aspects. The first aspect is the effect on economic incentives for a typical Danish district heating plant. The second aspect is the possible effect on the state's tax revenue. These investigations conclude that 1) the institutional changes will improve the private economic competitiveness of heat pumps to such an extent that they may become more attractive than the biomass alternatives. As such, the commercial incentives would reflect and induce a system beneficial development. In addition, 2) the promoted heat pump installations under such a tax regime would result in increased tax revenue for the state compared to the current regime which promotes a biomass based district heating sector.

As always, price signals through market and tax structures are necessary but may not be sufficient to achieve desired outcomes. The exact effect of the proposed tax concept will be dependent on the contextual planning regimes and hierarchical structures. For example, it is important that the heat pumps do not completely undermine the economic viability of the CHP capacity that is needed in hours of low wind. This is likely to happen if the tax proposal is not accompanied by supplementary regulation. A possible supplementary regulation is to offer the taxation scheme only to district heating companies if they maintain their CHP capacity. Alternatively, the CHP capacity could be sustained through the PSO system. As the PSO payments finance the expansion of wind power, it could also finance the CHP capacity necessary to sustain a wind based electricity supply.

Principles for a future Public Service Obligation tariff have not been specified in this work. It has only been assumed that parity is also established between heat pumps and biomass in this area. The PSO payment on electricity consumption in Denmark is 34 EUR/MWh as of late 2015, and therefore constitutes a significant economic factor. The PSO tariff is used for financing the build-up of wind power capacity in order to supply all energy demands—not only electricity demand. Assessed in this perspective, it could be discussed whether wind power capacity should be financed exclusively through electricity consumption. This is an area that should be subject to further investigation but has been beyond the scope of this paper. Future research should look into new models for financing the PSO. This should be done so that it does not distort the conversion sector in an unproductive way. At the same time, it is important that energy consumers retain the responsibility for all costs associated with energy consumption in order to preserve the allocative balance between investments in production capital and energy savings.

The conclusions from the present case study should motivate similar investigations in other countries. It should be examined whether a comparable faulty institutional structure is present elsewhere. This becomes more important as stored fossil fuels are replaced by fluctuating renewable energy supply. If an efficient allocation across energy sectors is hindered during this transition, it may result in severe misallocation of invested capital in the years to come. Thereby, it would make the transition to a renewable energy system unnecessarily expensive.

Acknowledgement

The work presented in this article is a result of the research activities of the Strategic Research Centre for 4th Generation District Heating (4DH), which has received funding from The Innovation Fund Denmark.

References

- [1] B. V. Mathiesen, D. Drysdale, J. F. Chozas, I. Ridjan, D. Connolly, and H. Lund, A Review of Smart Energy Projects and Smart Energy State-of-the-Art. Department of Development and Planning, Aalborg University, 2015.

- [2] F. Hvelplund, B. Möller, and K. Sperling, “Local ownership, smart energy systems and better wind power economy,” *Energy Strateg. Rev.*, vol. 1, no. 3, pp. 164–170, Mar. 2013.
- [3] H. Lund, *Renewable Energy Systems: A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of 100% Renewable Energy Systems*, Second Edi. Academic Press (Elsevier), 2014.
- [4] S. Werner and S. Frederiksen, *District Heating and Cooling*. Lund: Studentlitteratur AB, 2013.
- [5] H. Lund, S. Werner, R. Wiltshire, S. Svendsen, J. E. Thorsen, F. Hvelplund, and B. V. Mathiesen, “4th Generation District Heating (4GDH),” *Energy*, vol. 68, pp. 1–11, Apr. 2014.
- [6] B. V. Mathiesen, H. Lund, D. Connolly, H. Wenzel, P. A. Østergaard, B. Möller, S. Nielsen, I. Ridjan, P. Karnøe, K. Sperling, and F. K. Hvelplund, “Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions,” *Appl. Energy*, vol. 145, pp. 139–154, May 2015.
- [7] B. V. Mathiesen, H. Lund, K. Hansen, I. Ridjan, S. R. Djørup, S. Nielsen, P. Sorknæs, J. Z. Thellufsen, L. Grundahl, R. S. Lund, D. Drysdale, D. Connolly, and P. A. Østergaard, “IDA’s Energy Vision 2050: A Smart Energy System strategy for 100% renewable Denmark,” 2015.
- [8] I. Ridjan, B. V. Mathiesen, and D. Connolly, “Synthetic fuel production costs by means of solid oxide electrolysis cells,” *Energy*, vol. 76, pp. 104–113, Nov. 2014.
- [9] I. Ridjan, B. V. Mathiesen, D. Connolly, and N. Duić, “The feasibility of synthetic fuels in renewable energy systems,” *Energy*, vol. 57, pp. 76–84, Aug. 2013.
- [10] P. A. Østergaard, “Reviewing EnergyPLAN simulations and performance indicator applications in EnergyPLAN simulations,” *Appl. Energy*, vol. 154, pp. 921–933, Sep. 2015.
- [11] Energyplan.eu, “Introduction,” 2016. [Online]. Available: <http://www.energyplan.eu/>. [Accessed: 01-Jan-2016].
- [12] Energinet.dk, “Vindmøller slog rekord i 2014,” 2015. [Online]. Available: <http://energinet.dk/DA/El/Nyheder/Sider/Vindmoeller-slog-rekord-i-2014.aspx>. [Accessed: 09-Sep-2015].
- [13] Energinet.dk, “Dansk vindstrøm slår igen rekord – 42 procent,” 2016. [Online]. Available: <http://www.energinet.dk/DA/El/Nyheder/Sider/Dansk-vindstroem-slaar-igen-rekord-42-procent.aspx>.
- [14] H. Lund, F. Hvelplund, B. V. Mathiesen, P. a. Østergaard, P. Christensen, D. Connolly, E. Schaltz, J. R. Pillay, M. P. Nielsen, C. Felby, N. S. Bentsen, N. I. Meyer, D. Tonini, T. Astrup, K. Heussen, P. E. Morthorst, F. M. Andersen, M. Münster, L.-L. P. Hansen, H. Wenzel, L. Hamelin, J. Munksgaard, P. Karnøe, and M. Lind, *Coherent Energy and Environmental System Analysis*. 2011.
- [15] L. Mumford, *The Condition of Man*. New York: Harcourt, 1973.

- [16] M. Mendonça, S. Lacey, and F. Hvelplund, “Stability, participation and transparency in renewable energy policy: Lessons from Denmark and the United States,” *Policy Soc.*, vol. 27, no. 4, pp. 379–398, Mar. 2009.
- [17] R. H. Coase, “The New Institutional Economics,” *Zeitschrift für die gesamte Staatswiss. / J. Institutional Theor. Econ.*, pp. 229–231, 1984.
- [18] R. H. Coase, “The New Institutional Economics,” *Am. Econ. Rev.*, vol. 88, no. 2, pp. 72–74, 1998.
- [19] R. H. Coase, “Prize Lecture: The Institutional Structure of Production.” Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 16 Jun 2015, 1991.
- [20] H. Lund, J. Z. Thellufsen, S. Aggerholm, K. B. Wichtten, S. Nielsen, B. V. Mathiesen, and B. Möller, “Heat Saving Strategies in Sustainable Smart Energy Systems,” *Int. J. Sustain. Energy Plan. Manag.*, vol. 04, pp. 3–16, 2014.
- [21] Danish Energy Agency, ““Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050,”” 2014.
- [22] Danish Energy Agency, “Energistatistik 2013.” 2013.
- [23] F. Arler, M. S. Jørgensen, D. Galland, and E. M. Sørensen, “Prioritering af fremtidens arealanvendelse i Danmark,” 2015.
- [24] P. Sorknæs, H. Lund, A. N. Andersen, and P. Ritter, “Small-scale combined heat and power as a balancing reserve for wind – The case of participation in the German secondary control reserve,” *Int. J. Sustain. Energy Plan. Manag.*, vol. 4, pp. 31–42, 2015.
- [25] Energinet.dk, “Tarifarkiv pr. 2015.10.01.” 2015.
- [26] Energinet.dk, “Download of market data.” 2015.
- [27] EMD International, “www.emd.dk,” 2016. [Online]. Available: www.emd.dk. [Accessed: 26-Jan-2016].
- [28] EnergyPLAN.eu, “energyPRO,” Aalborg University, 2016. [Online]. Available: <http://www.energyplan.eu/othertools/local/energypro/>. [Accessed: 26-Jan-2016].
- [29] Danish Ministry of Taxation, “Afgifter - provenuet af afgifter og moms 2009-2016,” 2015. [Online]. Available: <http://www.skm.dk/skattetal/statistik/provenuoversigter/afgifter-provenuet-af-afgifter-og-moms-2009-2016>. [Accessed: 02-Dec-2015].
- [30] I. Ridjan, “Integrated electrofuels and renewable energy systems,” Aalborg University, 2015.

8.2. POLITIKFORSLAG 2: PSO-TARIFFEN I ET SMART ENERGY SYSTEM

I de tidligere kapitler er en række problemstillinger omkring PSO-tariffen blevet behandlet. Det er blandt andet blevet konkluderet, at PSO-tariffen er en systembærende institution, hvorfor opfattelsen af PSO-tariffen som en ”markedsforstyrrende afgift” er meningsløs og vildledende. Imidlertid kan der stadig være gode grunde til at reformere PSO-systemet, så den i endnu højere grad bidrager til realisering af et omkostningseffektivt smart energy system.

Diskussionen om en reformering af PSO-systemet kan deles op i to. Dels er der diskussion om finansieringen af PSO-midlerne, dels diskussionen om prioriteringen af PSO-midlerne. I det følgende vil der blive skitseret nogle principper for en reform af finansieringen af PSO-systemet baseret på en allokeringsmæssig diskussion. Derefter vil der blive givet nogle perspektiver på den nuværende prioritering af PSO-midlerne, som vil tage udgangspunkt i en diskussion omkring hvilken kapacitet, der vil være hensigtsmæssig at bevare.

8.2.1. PRINCIPPER FOR EN PSO-TARIF I TRANSITIONEN TIL ET 100 % VEDVARENDE ENERGISYSTEM

I den offentlige debat har det været diskuteret, hvorvidt finansieringen af PSO tariffen bør omlægges. Diskussion har taget udgangspunkt i valget mellem to grundløsninger; den nuværende PSO-tarif på elregningen eller en finansiering af PSO-systemet via finansloven. Begge disse løsninger er i varierende grad problematiske. I dette afsnit foreslås derfor en tredje mulig løsning for PSO-tariffen.

Indledende vil der blive opstillet tre kriterier for egenskaberne af en velfungerende PSO-finansiering. Derefter vil de tre mulige løsningsmodeller blive vurderet ud fra disse prioriteter.

Tre kriterier for en PSO-finansiering

Den nuværende PSO-konstruktion har i store træk leveret, hvad den skulle i omstillingens første fase, dvs. udbygning af vindkraftkapaciteten. Incitamentet til at investere i kapacitet kræver 1) en tilstrækkelig betaling og 2) langsigtet stabilitet og sikkerhed omkring denne betaling. Den nuværende PSO-konstruktion har i de første 10-15 år af sin levetid leveret på disse parametre. I de seneste par år er markedsprisen imidlertid faldet ganske drastisk, hvilket har skabt usikkerhed både om niveauet for den langsigtede samlede indtjening for investeringer i vindkraft og ligeledes udløst en politisk usikkerhed.

En reformeret PSO må adressere denne usikkerhed således, at der er stabile vilkår og tilstrækkelig tillid for, at investeringer foretages.

Udbygningen af vindkraftkapacitet har nu nået et niveau, hvor energisystemet træder ind i en ny fase. Når vindenergiens andel i elsektoren overstiger omkring 40 procent, indtræder energisystemet i en fase, hvor elsystemet ikke længere kan håndtere mængden af fluktuerende produktion uden at skulle lukke ned for vindmøller, når produktionen er højest (Lund 2010). For at håndtere større andele af vindenergi må der investeres i integrationsløsninger. Her foreligger der umiddelbart to løsninger; a) intern integration med varme- og transportsektoren eller b) ekstern integration gennem internationale elmarkeder. For at sikre at den samfundsøkonomisk bedste allokering mellem investeringer i intern integration (eksempelvis

varmepumper) og ekstern integration (udbygning af elnettet, herunder udlandsforbindelser), kræver det, at den institutionelle struktur tilvejebringer hensigtsmæssige prissignaler.

En reformeret PSO må bidrage til hensigtsmæssige prissignaler i konverteringssektoren.

Dertil spiller PSO'en en systembærende rolle i energisystemet som finansiering af kapacitet, som det blev redegjort for i Kapitel 6. Da PSO-tariffen således afspejler reelle omkostninger forbundet med energiproduktion, er det vigtigt, at dette omkostningsled stadig indgår i energiforbrugernes betaling. Dette er vigtigt, da man ellers risikerer en forkert allokering mellem investeringer i energiproduktion og energibesparelser. Fjerner man kapacitetsbetalingen fra energiregningen indebærer dette reelt en subsidiering af elproduktion, hvilket må forventes at øge de samlede systemomkostninger.

En reformeret PSO må sikre balancen mellem energiproduktion og energibesparelser.

I det følgende vurderes tre forskellige modeller for finansieringen af de nuværende PSO-omkostninger ud fra et energisystemsperspektiv: Den nuværende PSO (Model 1), forslaget om at omlægge PSO-betalingen til finansloven (Model 2) samt en tredje løsning, der formuleres på baggrund af de teknøkonomiske forhold i et vedvarende energisystem (Model 3). De tre modeller vurderes ud fra ovennævnte kriterier.

Model 1: Den nuværende PSO

Stabile vilkår for investeringer

Den nuværende PSO-finansiering vurderes at have en grundlæggende god indbygget stabilitet omkring finansieringsstrukturen. Det kan dog anføres at denne principielle stabilitet ikke findes i praksis med henvisning til de senere års politiske debat omkring PSO-tariffen. Den nuværende konstruktion er dog karakteriseret ved det grundlæggende forhold, at finansieringen af elproduktionen sker gennem opkrævninger på elforbruget. Derimod skal man i en finanslovs-løsning hvert år i princippet igennem en politisk forhandling om at finde andre finansieringskilder end hos de energiforbrugere, der har en direkte nytte af produktionen. Der kan selvfølgelig plantes en politisk usikkerhed omkring enhver økonomisk konstruktion, såfremt at magtfulde interessenter ønsker dette. Men en finanslovs-løsning har et indbygget, permanent politisk konfliktpotentialer grundet dens omfordelende karakter.

Allokeringsmæssig balance mellem inputfaktorer

Et af de ofte gentagede argumenter mod PSO-tariffen har været, at den forstyrrer markedsallokeringen. I den forstand er den blevet opfattet og behandlet som en finanspolitisk afgift. Denne opfattelse er tidligere blevet tilbagevist i afsnit 6.2. Ud fra dette synspunkt er PSO-tariffen principielt ikke forstyrrende for allokeringen.

I praksis kan en forvridning af allokeringen afledt af PSO-tariffen dog alligevel finde sted. Kilden til denne forvridning findes i det forhold, at elbørserne efterhånden sammenkøbes stadig mere mellem landene og derved bliver internationale. Imidlertid forbliver flere af de omgivende og støttende institutioner for markedet nationale. I den sammenhæng er det et allokationsmæssigt problem, at de danske anvendelser af elektricitet er pålagt en PSO-tarif, mens den udenlandske anvendelse af dansk produceret elektricitet ikke er pålagt PSO-tarif. Derved er eksport strukturelt underfinansieret. Eksporten af eksempelvis vindenergi kan

dermed kun hænge sammen for producenterne i det omfang, at indenlandske elforbrugere dækker underfinansiering gennem (øgede) PSO-betalinger. Det indenlandske elforbrug subsidierer dermed udenlandsk import. Denne ”diskriminering” af indenlandsk elforbrug er så vidt vides ikke hidtil blevet adresseret på et energipolitisk niveau. Derimod har der været rejst bekymring omkring, hvorvidt PSO-tariffen diskriminerer udenlandske elproducenter. Denne bekymring er i dette skrift blevet afvist som værende grundløs i Case 3: PSO-tariffen i et internationalt elmarked.

Der findes således i det nuværende PSO-system en strukturel ubalance mellem indenlandsk og udenlandsk anvendelse af den indenlandsk producerede elektricitet. Det betyder konkret, at en dansk varmepumpe skal betale mere for dansk vindenergi, end en udenlandsk elradiator skal betale. Dette kan give anledning til en såvel økonomisk som energieffektivitetsmæssig ufordelagtig udvikling.

Allokeringsmæssig balance mellem produktion og besparelser

Givet ubalancen mellem omkostningen for hhv. udenlandske og indenlandsk elforbrug, kunne det være fristende at konkludere, at PSO-tariffen burde afskaffes og finansieres af finansloven. Dette er dog ikke en gavnlig løsning, da man hermed blot ville skabe en ny ubalance. Som redegjort for i afsnit 6.2 bør PSO-tariffen grundlæggende anses for at afspejle en nødvendig omkostning ved energiproduktion. Fjernes dette omkostningsled fra elregningen bliver konsekvensen dermed, at balancen mellem investeringer i energiproduktion og energibesparelse forstyrres. Derimod bør omkostningen ved energiproduktion også dækkes af energiforbrugerne. Den nuværende PSO-tarif bidrager til denne balance ved at være placeret på elregningen.

Model 2: PSO på finansloven

Stabile vilkår for investeringer

Hvor PSO-betalingen hidtil har været et anliggende mellem producent og forbruger, med Energinet.dk som formidler, bringer finanslovsmodellen omkostningerne til elforbrug ind i et politisk trade-off, hvor andre økonomiske sektorer skal subsidiere elforbruget. Fastsættelsen af betalingen for de forskellige energiteknologier er selvsagt politisk. Men som sådan er dette også et nyttigt styringsredskab i den strategiske energipolitik. Det er netop denne strategiske styring, der har været grundlaget for udbygningen af vindkraft i stor skala. Denne styring må forventes at blive vanskeligere ved en finanslovsløsning, da man indlægger et tydeligt element af økonomisk omfordeling i finansieringen. Denne manøvre vil således repræsentere en klassisk fordelingspolitisk omprioritering. En sådan politisering af energisystemets indtægtsgrundlag kan næppe forventes at øge den politiske stabilitet omkring den langsigtede energipolitik.

Allokeringsmæssig balance mellem inputfaktorer

Som redegjort for tidligere, eksisterer der en stor skævhed i afgiftsstrukturen, der medfører alvorlige allokeringsfejl imellem især vind og biomasse i konverteringssektoren. Hvis man vælger at give tilskud til produktionsomkostningerne ved at fjerne kapacitetsbetalingen fra elforbruget, vil skævheden alt andet lige afhjælpes. En rational løsning på denne allokeringsproblematik ville dog forholde sig til det egentlige problem, afgiftsstrukturen, og

ikke subsidiere produktionsomkostningerne. En omlægning af PSO-finansieringen til finansloven vil ligestille dansk elforbrug med eksporten, jf. diskussionen under model 1. Men denne ligestilling vil i en finanslovs-løsning komme på bekostning af andre forvridninger – især i balancen mellem energiproduktion og energibesparelse.

Allokeringsmæssig balance mellem produktion og besparelser

En overførsel af PSO-betalingen fra elforbruget til finansloven vil medføre en forkert balance mellem elproduktion og elbesparelser. Dette er en alvorlig fejl, da besparelser i slutforbruget er et afgørende element i scenarierne for en vedvarende energiforsyning (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015) og energibesparelsesindsatsen i forvejen er mangelfuld (Thellufsen 2013).

Det skal i den sammenhæng bemærkes, at store dele af industrien er fritaget for elafgiften (Skatteministeriet 2016b). Således vil industriens betaling for elforbruget ligge væsentligt under elproduktions-omkostningerne, hvis PSO-betalingen fjernes.

Model 3: En PSO for et intelligent energisystem

På baggrund af de allokeringsmæssige problemer, der findes i den nuværende PSO-finansiering og i det aktuelle forslag om en omlægning til finansloven, fremsættes i dette afsnit et tredje løsningsforslag. Forslaget består i at fjerne PSO-tariffen fra konverteringsledet og i stedet lægge PSO-tariffen på slutforbruget af energi. Det vil i fjernvarmens tilfælde betyde, at PSO-betalingen fjernes fra el-til-varme konverteringen, og i stedet placeres på leveret varme.

Stabile vilkår for investeringer

Betalingen forbliver en direkte økonomisk relation mellem energiforbruger og producent. Man undgår dermed det omfordelingspolitiske element, som en flytning til finansloven vil medføre.

Allokeringsmæssig balance mellem inputfaktorer

Ud fra den økonomiske argumentation, der er anvendt i afsnit 6.2, kunne det hævdes, at elinput til varmesektoren bør pålægges PSO-betaling for elforbruget. Som det er blevet beskrevet, vil betaling alene af de variable omkostninger medføre langsigtede fejlallokeringer. Bør elforbruget i fjernvarmesektoren så ikke pålægges PSO-betaling for at sikre en korrekt allokering mellem anvendelsen af elektricitet og eksempelvis biomasse?

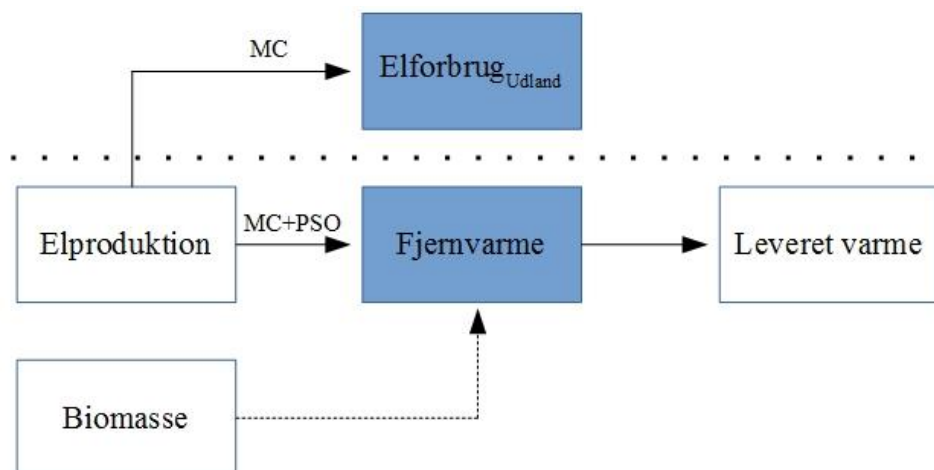
Jo, i princippet. Men ikke i praksis.

I det følgende redegøres der for, hvorfor at man af allokeringsmæssige grunde bør fjerne PSO-betalingen fra elinputtet og i stedet placere det på den endelige varmelevering.

Som det er blevet illustreret i Case 1 & 2, viser der sig at være samfundsøkonomiske gevinster ved en re-allokering af energi fra eksport til intern anvendelse i varmesektoren. En hovedkilde til denne samfundsøkonomiske gevinst findes i det forhold, at værdien af det sparede brændsel er større end indtægten fra elsalg i udlandet.

Denne samfundsøkonomiske suboptimale allokering findes dels i afgiftsstrukturen, dels i tarifstrukturen. Selv om disse elementer blev reformeret, vil PSO-betalingen stadig være en kilde til fejllallokering. I Case 3 blev det undersøgt hvorvidt PSO-tariffen på det danske elforbrug diskriminerer udenlandske producenter. Det blev konkluderet, at dette ikke er tilfældet, hvorfor det generelt anbefales, at bevare PSO-tariffen på elforbruget. I forhold til det danske elforbrug, især i de potentielle anvendelser i andre energisektorer, opstår der imidlertid et andet problem ved PSO-tariffen.

Problemet er ikke, at PSO-betalingen pålægges danske forbrugere. Problemet er, at PSO-betalingen ikke pålægges udenlandske forbrugere. Et vindbaseret elsystem som det danske eksporterer dermed til andre elpriszoner til marginalomkostningen eksklusiv PSO, mens 'eksporten' til den indenlandske varmesektor og transportsektor sker til den langsigtede marginalomkostning inklusiv PSO. Udenlandske elforbrugere opnår dermed en rabat på importeret dansk vindenergi – en rabat der i realiteten finansieres af de danske elforbrugere. Denne subsidiering forvrider, alt andet lige, markedets allokering af vindenergi mellem forskellige, konkurrerende formål. Der er hermed tale om endnu et eksempel på substituering af elhandel over landegrænser, ligesom det konstateredes at være tilfældet for net-tarifferne i afsnit 6.2.

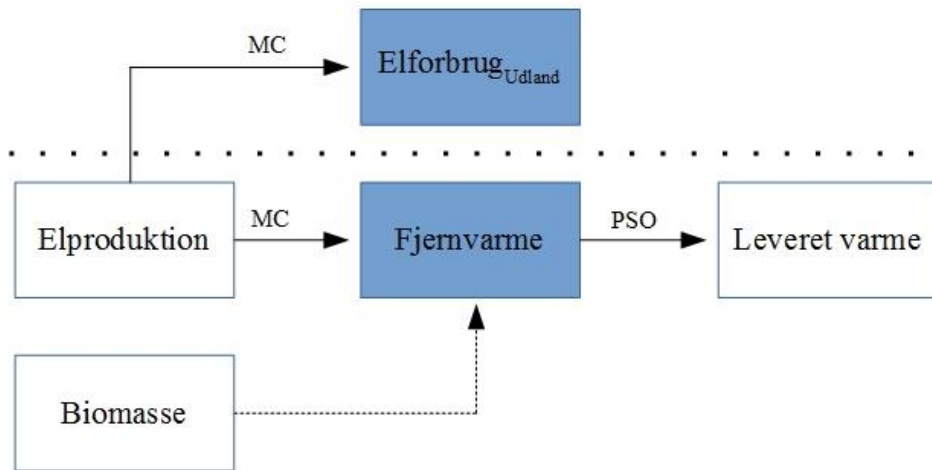


Figur 24: Forvridding mellem indenlandsk og udenlandsk elforbrug. Udenlandske elforbrugere kan importere dansk vindkraft til marginalomkostningen (MC), mens danske elforbrugere betaler den fulde forsyningsomkostning (MC+PSO). Underfinansieringen af den udenlandske import må forventes at øge den danske PSO-tarif. Forvriddingen i vind-allokeringen øger alt andet lige forbruget af andre brændsler i fjernvarmesektoren, herunder biomasse.

Så længe udenlandske køb af dansk el ikke er pålagt PSO-tarif, vil der således optræde en misallokering af vindenergien.

Man kan genoprette balancen mellem udenlandske elforbrugere og indenlandske varmekonsumenter på dette punkt ved at fjerne PSO-tariffen fra elinputtet til varmeoutputtet, således at varmekonsumenterne betaler PSO-tarif af al leveret varme. Derved fjernes forvriddingen mellem indenlandske og udenlandske anvendelser af vindenergien.

Det vil stadig være danske energiforbrugere, der finansierer el-kapaciteten, men i konverteringsleddet vil eksempelvis en dansk varmepumpe på inputsiden blive ligestillet med udenlandsk elforbrug.



Figur 25: Forslag til model for ny PSO-tarif. PSO-tariffen fjernes fra elinputtet til fjernvarmen og placeres på leveret varme. Dermed ligestilles den danske fjernvarmesektor med det udenlandske elforbrug på inputsiden, idet begge forbrugsanvendelser betaler marginalomkostningen. Da PSO-tariffen placeres på leveret varme, indebærer det også, at leveret varme fra biomasse mv. betaler en PSO-tarif.

Allokeringsmæssig balance mellem produktion og besparelser

Mens en fjernelse af PSO-tariffen fra el-input til varme kan være nødvendig for at sikre allokeringen af vindenergi mellem forskellige anvendelser, er det stadig væsentligt, at dette ikke forvrider forholdet mellem produktion og besparelser. For at løsningen af den ene forvridding ikke blot skaber en ny forvridding, foreslås det at lægge en PSO-tarif på leveret varme. Hermed sikres det, at energien fortsat finansieres gennem energiforbrug og ikke subsidieres af andre sektorer.

Der kan yderligere argumenteres for, at hvis den langsigtede hensigt er, at vindturbiner skal forsyne slutforbruget i alle sektorer, er det også rimeligt, at alle sektorer finansierer opbygningen af kapacitet. Konkret for fjernvarmesektoren vil dette betyde, at biomassebaserede værker også bidrager med en PSO-betaling, der finansierer den langsigtede kapacitet. Den enkleste løsning på dette er at placere betalingen på den leverede varme uafhængig af forsyningen.

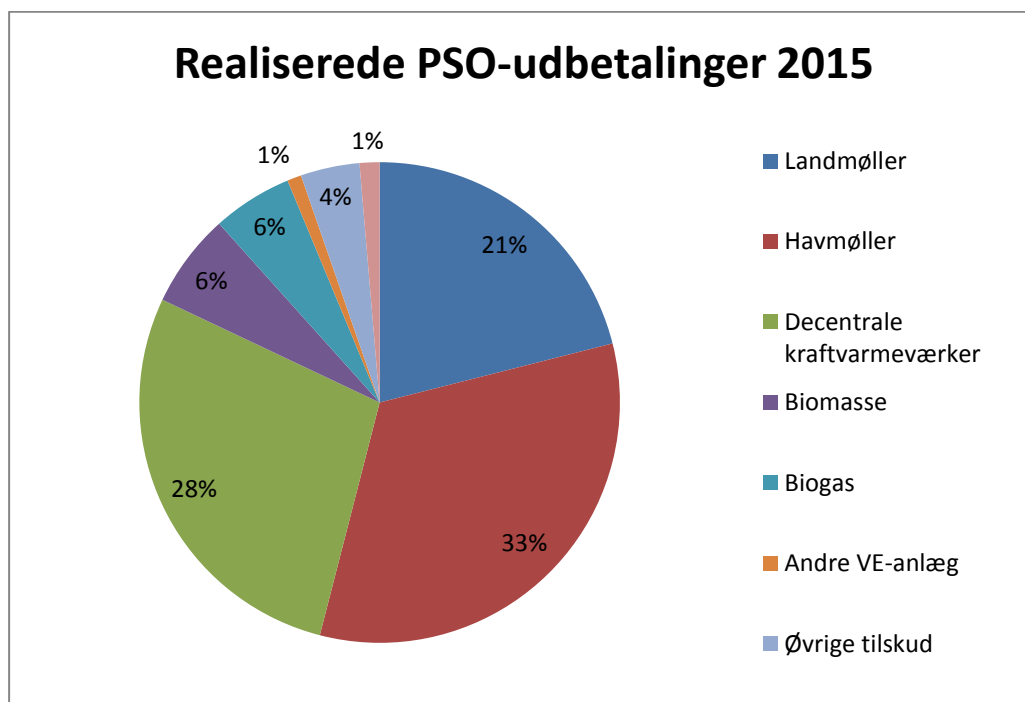
8.2.2. KAPACITETSPROBLEMET OG PRIORITERINGEN AF PSO-MIDLERNE

Som argumenteret for i afsnit 6.2, bør PSO-tariffen betragtes som en kapacitetsbetaling. Eftersom vind og sol udgør langt størstedelen af de primære energiresourcer i et vedvarende energisystem, bør der følgelig også gives kapacitetsbetaling til sol og vind i transitionen til et vedvarende energisystem. Spørgsmålet er imidlertid hvilken (kraftvarme) back-up kapacitet, der bør bevares i denne transition.

Megen af den hidtidige tekst har behandlet problemstillinger forbundet med ændringen i omkostningsstrukturen, der i Kapitel 5 blev identificeret som væsentligste energiøkonomiske udfordring. Dette afsnit vil behandle nogle få forhold omkring omkostningsniveauet.

Størrelsen af den samlede PSO-betaling er naturligvis også relateret til hvilken type kapacitet, man prioriterer. Den strategiske prioritering af produktionskapacitet gennem uddeling af PSO-midler vil således have en effekt for det samlede omkostningsniveau.

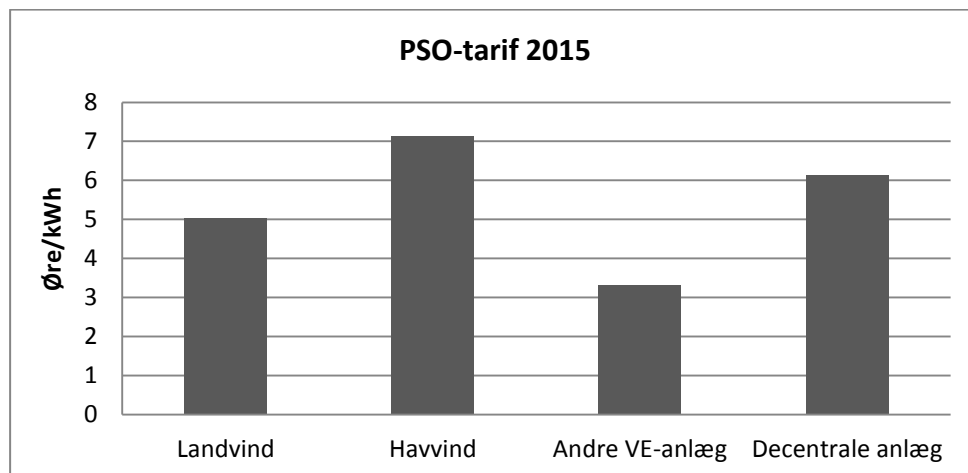
Den nuværende prioritering af PSO-midlerne er illustreret i Figur 26.



Figur 26 Anvendelsen af PSO-midler i 2015. Beregningen bygger på data fra Energinet.dk (Personlig mail-korrespondance).

I og med at elproducerende anlæg ikke kan finansieres alene med de nuværende elbørspriser, bliver prioriteringen af PSO-midler reelt også den strategiske prioritering af den fremtidige kapacitet. Som det fremgår af figuren, repræsenterer vindkraft lidt over halvdelen af PSO-omsætningen, hvor den største udgift er relateret til havvind. Derudover går der en stor del af midlerne til de decentrale kraftvarmewærker, som i 2015 modtog over en fjerdedel af PSO-betalingerne. Biomassekraftvarme og biogas modtog tilsammen 12 procent, men begge poster må forventes at vokse i de kommende år. Samtidig står de fortrinsvis gasfyrede kraftværker til at miste sin PSO-betaling efter 2018.

Der sker i disse år således reelt en omprioritering fra gasfyret kraftvarme til biomassefyret kraftvarme. Denne omprioritering er ikke kun understøttet af biomassens afgiftsfritagelse, men drives også frem gennem prioriteringen af kapacitetsbetalingerne i PSO-systemet.

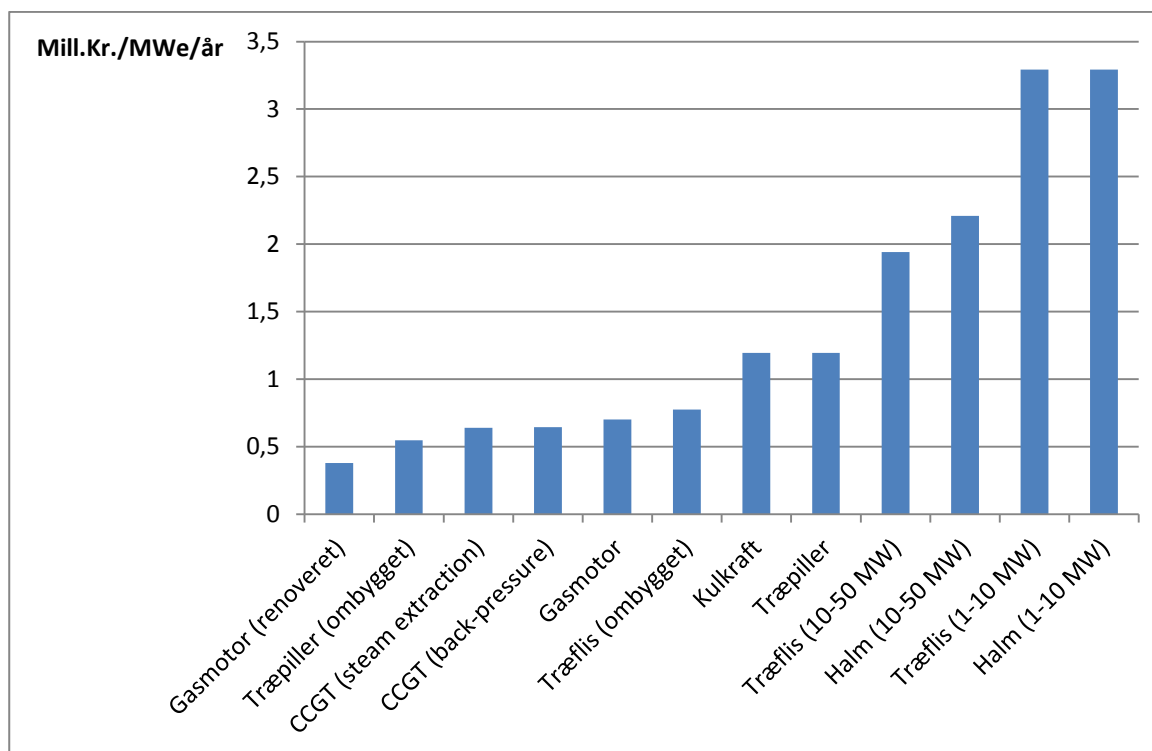


Figur 27 Fordeling af tariffen på forskellige anlæg baseret på de forventede omkostninger for 2015. Figuren er lavet på baggrund af data fra Energinet.dk (Personlig mail-korrespondance).

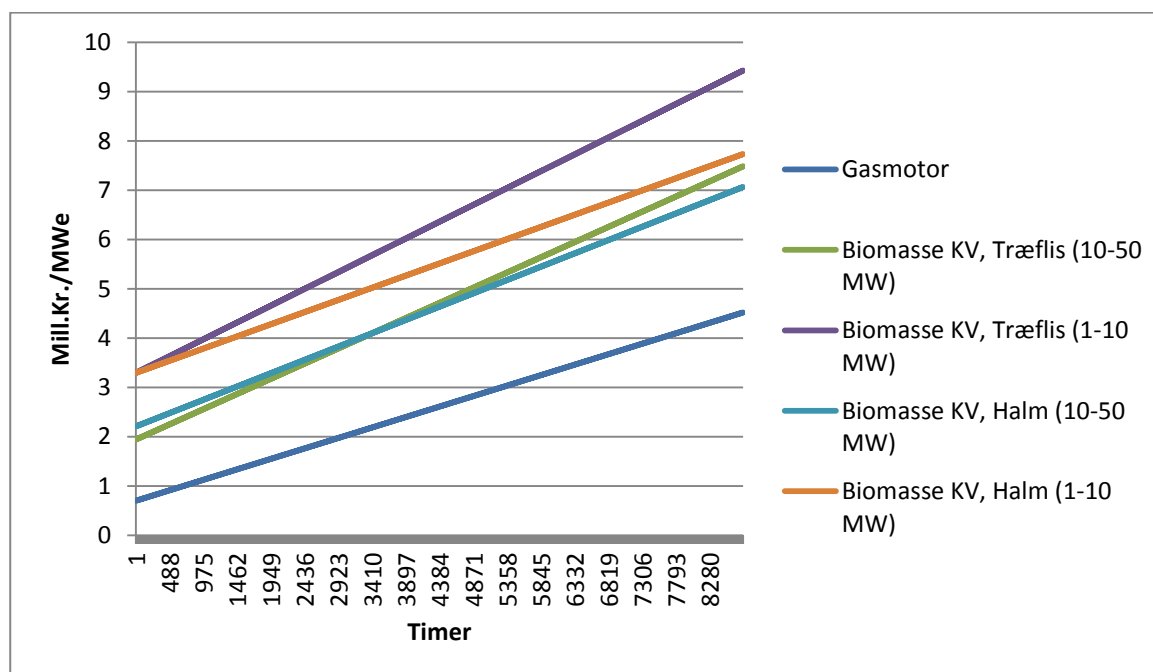
Fra et systemteknisk perspektiv har denne omprioritering to umiddelbart uheldige aspekter. For det første øger det biomasseforbruget, der, som redegjort for tidligere, ikke kan betegnes som en bæredygtig strategi. For det andet vil gasfyrede kraftvarmeværker, modsat de biomassefyrede, relativt enkelt kunne omstilles til at bruge syngas og biogas (Danish Energy Agency 2015), der medregnes som en vigtig energibærer i de vedvarende energiscenarier (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

Men hvad er de samfundsøkonomiske perspektiver af denne omprioritering? I Figur 28 er de årlige kapacitetsomkostninger beregnet for forskellige elproducerende anlæg. I kapacitetsomkostninger indgår kapitalomkostningen (dvs. den annualiserede investeringsomkostning ved en rente på 4 procent) samt de faste vedligeholdelsesomkostninger, der er nødvendige, for at anlægget er klar til at producere. Kapacitetsomkostningen er beregnet på baggrund af Energistyrelsens data (Danish Energy Agency 2015).

Det generelle billede er, at biomassekapacitet er væsentligt dyrere end gasfyret kapacitet. Den billigste kapacitet opnås ved at renovere og levetidsforlænge eksisterende gasfyrede kraftvarmeanlæg. Det er netop disse anlæg, der står til at blive udfaset, når det såkaldte grundbeløb ophører efter 2018.



Figur 28: Beregnede kapacitetsomkostninger for forskellige typer kraftvarmeanlæg. Kapacitetsomkostninger indeholder den annualiserede kapacitetsomkostning ved en rente på 4 procent samt de faste drifts og vedligeholdelsesomkostninger. Beregningen er foretaget på grundlag af data fra Energistyrelsen (Danish Energy Agency 2015).



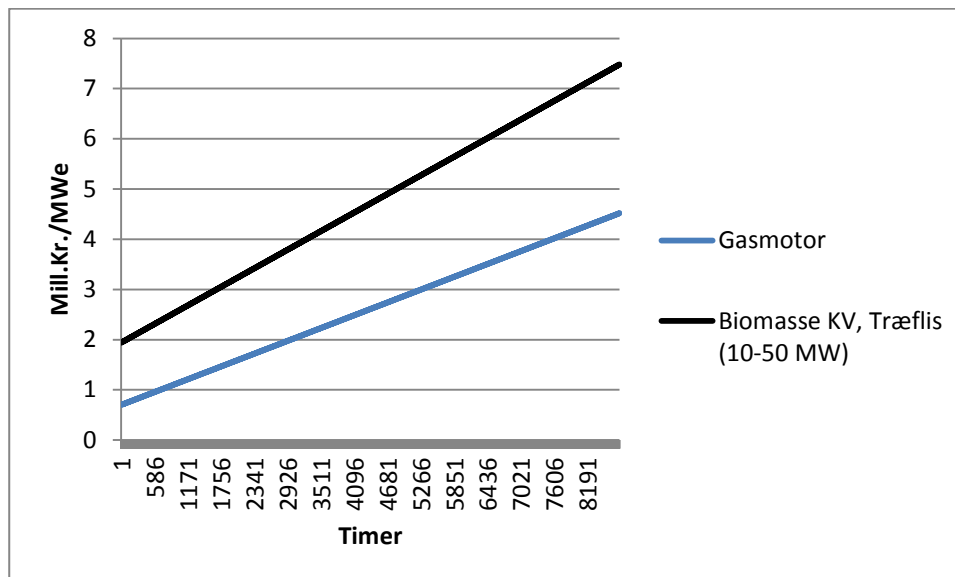
Figur 29: Kapacitetsomkostningen som funktion af timer i drift. Hældningen af omkostningskurverne er bestemt af den marginale energiproduktionsomkostning.

I Figur 29 er kapacitetsomkostningen per megawatt beregnet som en funktion af timer, som den er i drift. I denne beregning indgår dermed også den marginale energiproduktionsomkostning. I figuren er en gasmotor udvalgt i sammenhæng med en række forskellige biomassefyrede alternativer.

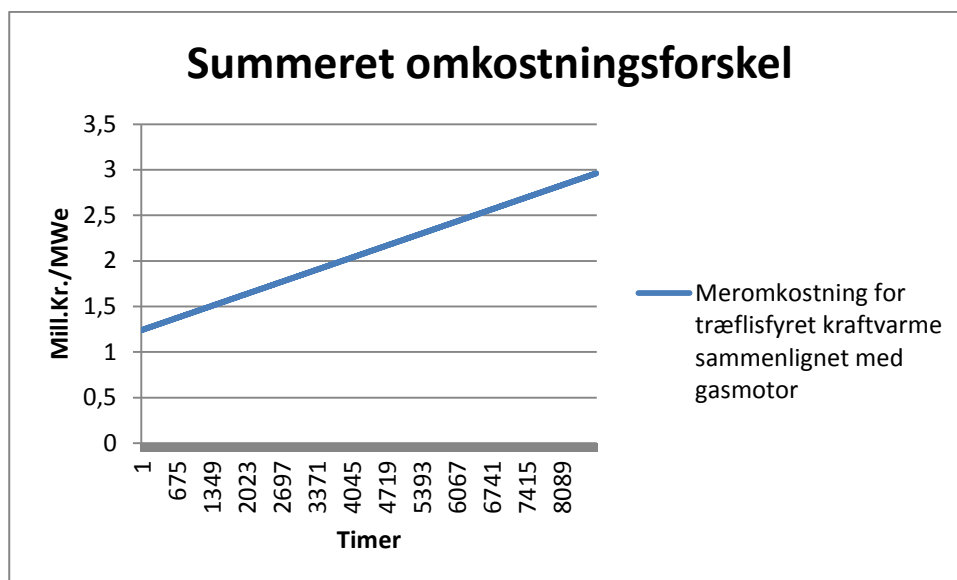
Det fremgår af figuren, at gasmotoren er den billigste mulighed, uanset hvor mange timer kapaciteten skal producere. Samfundsøkonomisk tegner der sig dermed et billede af, at gasmotorer kan levere den mest omkostningseffektive back-up kapacitet i et elsystem med megen vedvarende energi.

Dertil kommer, at gasmotorer er relativt fleksible (Danish Energy Agency 2015), hvilket kan give nogle systemmæssige fordele i samspillet med den fluktuerende vindkraft. Værdien af denne fleksibilitet er dog ikke værdisat i beregningerne nedenfor.

I Figur 30 er gasmotorer sammenlignet direkte med træflisfyret kraftvarme. Figur 31 viser det summerede samfundsøkonomiske tab per installeret MW som en funktion af timer i drift.



Figur 30: Omkostning per MW som funktion af timer i drift for henholdsvis gasmotor og træflisfyret kraftvarme.



Figur 31: Den summerede omkostningsforskel per MW mellem gasmotor og træflisfyret kraftvarme som funktion af timer i drift.

De gennemgåede beregninger tyder på, at man får en højere PSO ved den *de facto* omprioritering af midlerne fra gasmotorer til biomassefyret kraftvarme, der i øjeblikket ligger i den fremtidige prioritering af PSO-midlerne.

Den samfundsøkonomiske anbefaling må dermed være at bevare kapaciteten af decentrale kraftvarmeværker og udfase feed-in tariffen til biomassefyret kraftvarme. Den strategiske prioritering af biomassekraftvarme er en tvivlsom politik, da den i sammenligning med gasfyret kraftvarme 1) er dyrere i kapacitetsomkostninger, 2) er dyrere i den løbende drift, 3) forbruger en knap ressource, som i de tekniske systemanalyser har større værdi i andre anvendelser, 4) er en mindre fleksibel teknologi, der dermed vil have vanskeligere ved at supplere den fluktuerende vindkraft, og 5) ikke kan fyre med de fremtidige, syntetiske brændsler og eventuelt biogas.

Argumentet for at investere i biomassefyret kraftvarme findes ofte i dens såkaldte CO₂-neutralitet. Derimod er naturgas et fossilt brændsel, hvorfor der kan argumenteres for, at biomassefyret kraftvarme er en mere klimavenlig teknologi. Den samlede klimagevinst må dog være usikker, når man inddrager punkt 3, 4 og 5 i ovenstående argumentation.

Dertil kommer naturligvis diskussionerne omkring hvorvidt dyrkningen af biomasse i realiteten sker på bæredygtigt vis og diskussioner omkring, hvordan man reelt skal betragte biomassens bogførte CO₂-neutralitet. Disse diskussioner vil dog ikke blive taget i denne tekst.

Bundlinjen er, at man ved den strategiske prioritering af biomassefyret kraftvarme betaler en ekstraomkostning for en løsning, der har væsentlige ulemper i et systemperspektiv.

8.3. POLITIKFORSLAG 3: SKITSE FOR FINANSIERING AF ET SMART ENERGY SYSTEM

I den eksisterende energipolitiske økonomi findes en række mekanismer, der understøtter en stadig volumenmæssig ekspansion i international handel med elektricitet. Den eksterne integration har dermed gode vilkår for at udvikle sig gennem nogle stærke finansieringsstrukturer. Problemet med denne udvikling er, at det ikke nødvendigvis leder systemet mod et hverken brændsels- eller omkostningsminimerende udkomme. Blandt de forvridende mekanismer kan nævnes blandt andet tariffstrukturer for elnettet, der subsidierer langdistance-handel med el, en PSO-tarif, der subsidierer eksport af el, en afgiftsstruktur, der forhindrer indenlandsk konvertering af el-til-varme og dertil EU-tilskud til etablering af internationale elforbindelser.

Det er også blevet vist i case-studierne, at de anvendte økonomiske metoder ikke formår at opfange disse underliggende forvridnings-strukturer i "catallaksien", men tværtimod kan forstærke dem. Et eksempel på dette i "Analysetype B" (jævnfør afsnit 3.3.3), er den dagsordensættende problematisering af PSO-tariffen, der har været understøttet af blandt andre EU-kommissionen og De Økonomiske Råd. Et eksempel fra "Analysetype A" er den samfundsøkonomiske evaluering af investeringer i internationale elnet, der foretages af TSO'en.

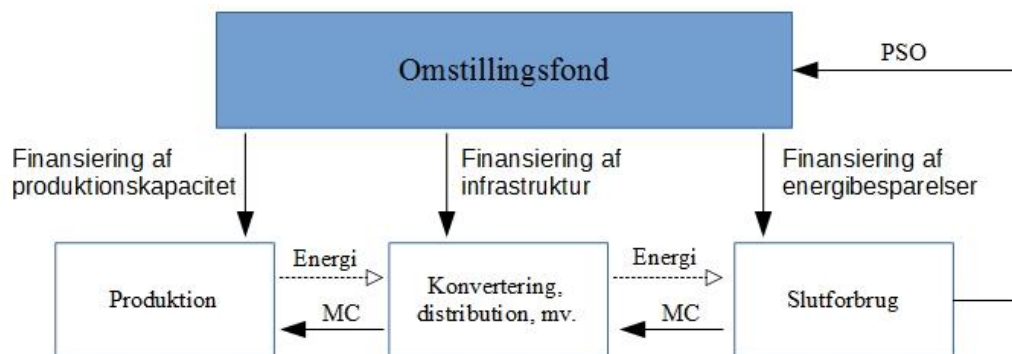
Givet disse forvridende elementer, er der behov for etablering af nye institutionelle infrastrukturer, der kan understøtte en øget balance mellem intern og ekstern integration, således at den teknologiske omstilling gennemføres omkostningseffektivt.

Forslag: Etablering af en omstillingsfond

Forslaget er en skitse til en institutionel løsning, der bygger videre på forslaget til en ny PSO model, der blev beskrevet i afsnit 8.2.1. Fælles for mange af investeringerne i et smart energy system er høje kapitalomkostninger og lave marginalomkostninger. Som fremhævet nogle gange i de foregående kapitler, er denne ændring i omkostningsstrukturen den væsentligste energiøkonomiske udfordring i transitionen til en vedvarende energiforsyning. Denne ændring i omkostningsstrukturen ses også tydeligt i de beregnede totale systemomkostninger fra IDA's Energivision.

Forandringen i omkostningsstrukturen, hvor de kortsigtede marginalomkostninger for mange af systemelementerne næsten forsvinder, medfører, at traditionelle markedsstrukturer ikke alene kan drive den teknologiske omstilling. Markedskonstruktionen for el-børserne er et tilbagevendende eksempel på dette. Yderligere besværes omstillingen af de forvridende omgivende strukturer ift. net-tariffer, PSO-finansiering mv.

Forslaget går ud på at etablere en "Omstillingsfond", der kan finansiere investeringer i de nødvendige infrastrukturer. Denne omstillingsfond kan finansieres af en PSO-tarif på alt slutforbrug af energi, dvs. en udvidelse af modellen for en ny PSO-tarif på leveret varme, som blev beskrevet i et foregående afsnit. Denne omstillingsfond bør således ikke alene administrere udbetaling af midler til produktionskapacitet, men også medfinansiere investeringer i infrastrukturer, eks. varmepumper, samt investeringer i energibesparelsesindsatser.



Figur 32: Skitse for en institutionel struktur for omstilling af energisystemet. En PSO-tarif kan placeres på alt slutforbrug af energi. Dette kan finansiere en Omstillingsfond, der ikke kun finansierer investeringer i produktionskapacitet, men også kan bidrage til finansiering af infrastruktur og energibesparelser. MC er de marginale produktionsomkostninger, som forbrugerne betaler for leveret energi gennem traditionelle markedspriser. Mens PSO-tariffen finansierer kapaciteten, kan den løbende energiproduktion finansieres gennem marginalomkostningsbaserede energimarkeder.

Forslaget er i nærværende skrift kun på skitseplanet, men indeholder de nødvendige egenskaber for udviklingen af energisystemet:

- 1) Sikrer ikke kun investeringer i produktionskapacitet, men tilvejebringer også et finansieringsgrundlag for system-forbedrende infrastrukturer indenfor eksempelvis energikonvertering og – distribution, samt investeringer i energibesparelser.
- 2) Sikrer at alle energisystemomkostninger finansieres af energiforbruget, således at der ikke sker en kryds-subsidiering mellem forskellige økonomiske sektorer.

Nærværende skitse er tænkt i en national kontekst. Løsningen kunne imidlertid også besidde lovende perspektiver på et europæisk plan, hvor en lignende investeringsfond tilmed kunne være en tiltrængt håndsrekning for den europæiske makroøkonomi. Disse perspektiver vil blive berørt i Kapitel 10.

KAPITEL 9. ENERGIØKONOMI OG BESKÆFTIGELSE

I et makroøkonomisk perspektiv har den fossile energiforsyning historisk understøttet et højt økonomisk velstandsniveau, givet den tilgængelige arbejdskraft. Spørgsmålet, om en givet energipolitik kan skabe beskæftigelse, er således paradoksalt, eftersom energiforsyningens økonomiske serviceydelse består i at frigive arbejdskraften fra nogle anvendelser til beskæftigelse i andre anvendelse.

I dette kapitel diskuteres og undersøges aspekter af sammenhængen mellem energiforsyning og beskæftigelse. Først gennemgås nogle energiøkonomisk betragtninger om beskæftigelse og beskæftigelseseffekter. Dernæst foretages en vurdering af beskæftigelsesbehovet i et hhv. fossilt og vedvarende energisystem. Til sidst foretages en opsummerende perspektivering, hvor det konkluderes, at mens det fossile energisystem basalt set placerer samfundet i et trade-off mellem økologisk og økonomisk bæredygtighed, tilbyder Smart Energy Systems paradigmet en vej ud af dette dilemma. Selv om vedvarende energiforsyning isoleret set kan indebære en forøget efterspørgsel efter arbejdskraft, går den teknologiske omstilling i et større makroøkonomisk perspektiv ud på at opretholde en energiforsyning, der til stadighed frigiver arbejdskraft til anden beskæftigelse. Denne frigivelse af arbejdskraft muliggør opretholdelsen i velstandsniveau. Det vedvarende smart energy system gør dette gennem en substitution af brændsler med kapital. En substitution, der er baggrunden for forandringen i omkostningsstrukturen, som i Kapitel 5 er blevet identificeret som den væsentligste energiøkonomiske udfordring.

9.1. ENERGIPOLITIKKENS BESKÆFTIGELSESPERSPEKTIVER

Skaber omstillingen til vedvarende energi en øget beskæftigelse? Dette spørgsmål dukker ofte op i den energiøkonomiske debat. Om svaret til dette er ja eller nej, afhænger af den præcise kontekst, som spørgsmålet stilles i. Dette kapitel vil gennemgå nogle teoretiske betragtninger om sammenhængen mellem energiøkonomi og den makroøkonomiske beskæftigelse.

Beskæftigelseseffekter i anvendte energiøkonomiske analyser: Et historisk perspektiv

Traditionelt har der været politisk interesse for, hvorvidt energipolitikken skaber mere beskæftigelse. I Finansministeriets gældende retningslinjer for samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger, anbefales det dog ikke at regne med beskæftigelseseffekter. I tidligere officielle energiplaner var vurderinger af beskæftigelseseffekter almindelige. Eksempelvis vurderes det i den første officielle danske energiplan, der blev udarbejdet af det daværende handelsministerium, at planens merinvesteringer kan føre til øget beskæftigelse uden omkostninger i form af nedgang i økonomisk aktivitet andetsteds. Der skrives blandt andet, at *"I det hele taget er det sandsynligt, at planens merinvesteringer på energiområdet – ikke mindst besparelsesforanstaltningerne – kan virke som igangsætter af øget økonomisk aktivitet med væsentlige industripolitiske perspektiver og øget beskæftigelse"* (Handelsministeriet 1976). I et bilag til handelsministeriets energipolitiske redegørelse fra 1979 beregnes de samfundsøkonomiske konsekvenser af indførelse af naturgas i den danske energiforsyning. I bilagets afsnit 4 undersøges *"...projektets indvirkning på to af de væsentligste makroøkonomiske størrelser, beskæftigelsen og betalingsbalancen"* (Handelsministeriet 1979). I Energiministeriets Energiplan 81 foretages der ligeledes eksplicitte vurderinger af energiplanens effekt på beskæftigelse såvel som vurdering af

”valutaudgiften” (Energiministeriet 1981). I Energi 21 fra 1996, den daværende regeringens energihandlingsplan, forventes en direkte beskæftigelseseffekt af den givne energiplan, ligesom der påpeges potentiale for merbeskæftigelse som følge af afledte eksportmuligheder (Miljø- og Energiministeriet 1996).

I de nuværende officielle retningslinjer for samfundsøkonomiske beregninger anbefales det ikke at beregne beskæftigelseseffekter (Finansministeriet 1999). Der refereres i vejledningen generelt til en teoretisk antagelse om, at markedet allokerer perfekt, hvorfor efterspørgselsdrevne multiplikator-effekter afvises³⁸. Vedrørende diskussionen om beskæftigelseseffekt betyder dette, at arbejdskraft, der opnår beskæftigelse ved et givet initiativ, antages blot at blive flyttet fra en alternativ beskæftigelse. Dette ræsonnement indebærer, at man reelt antager fuld beskæftigelse i udgangspunktet. Dermed kan der ikke være tale om en beskæftigelseseffekt.

Hvad så hvis man befinder sig i en situation, hvor det er åbenlyst, at arbejdsløsheden er stor? I denne situation kunne der argumenteres for, at den samfundsøkonomiske omkostning ved anvendelse af arbejdskraft er lavere, idet man anvender en arbejdskraft, der er ledig og dermed ikke umiddelbart har en alternativ anvendelse (og dermed ikke har nogen offeromkostning)³⁹. Finansministeriet afviser dette ræsonnement med henvisning til, at man i de konkrete vurderinger ikke kan afgøre, om en empirisk arbejdsløshed er konjunkturbestemt eller strukturel⁴⁰ (Finansministeriet 1999).

Denne teoretiske argumentation knytter an til de traditionelle teoridiskussioner omkring makroøkonomiske beskæftigelseseffekter, der omhandler effekten af henholdsvis udbuds- og efterspørgselsdrevne beskæftigelsespolitikker. Neoklassikken er her en typisk repræsentant for den udbudsbaseret beskæftigelsespolitik, mens især post-keynesianismen lægger vægt på den makroøkonomiske efterspørgselsside (Snowdon og Vane 2005).

Finansministeriets argumenter er funderet i neoklassisk teori, hvor alene markedets priser vil lede til en generel makroøkonomisk ligevægt, herunder fuld beskæftigelse. Kontrasten mellem dette samtidige standpunkt i dansk økonomisk politik og de historiske energiplaner, markerer dermed et teoretisk og politisk skifte. Dette skifte har nogle paralleller til beskrivelsen af udviklingen i økonomisk metodologi, som blev beskrevet i Kapitel 3. Denne udvikling består kort sagt i en bevægelse mod en stadig indsnævring af mainstream økonomisk teori mod stadig mere prisbaserede analyser.

Mens Finansministeriet antager, at markedet overflødiggør beskæftigelsesberegninger, kan det samtidig konstateres, at der stadig er efterspørgsel efter sådanne beregninger i konkrete energiplaner. Ofte ses alternative og lokale energiplaner at inkludere beskæftigelsesberegninger, eksempelvis (Sperling et al. 2015) (Sperling og Mathiesen 2015). Energistyrelsens samfundsøkonomiske vejledning følger i beskæftigelsesspørgsmålet, som på

³⁸ Der skrives eksempelvis på s. 27: ”Afledte effekter (multiplikatoreffekter) på efterspørgselssiden bør ikke inkluderes i den samfundsøkonomiske vurdering. Det skyldes, at ressourcer i forbindelse med et initiativs gennemførelse alternativt ville have været ledige til en anvendelse med stort set samme makroøkonomiske virkninger, såfremt initiativet ikke var blevet gennemført.” (Finansministeriet 1999).

³⁹ I praksis kan offeromkostningen ved brug af ledig arbejdskraft ligefrem antages at være negativ, såfremt at arbejdskraften ved ledighed modtager arbejdsløshedsunderstøttelse.

⁴⁰ En strukturel arbejdsløshed anses i økonomisk teori som værende en situation med fuld beskæftigelse – givet de økonomiske incitamenter. Det vil sige, at arbejdsløsheden ikke er ufrivillig, men eksempelvis er et resultat af høje overførselsindkomster.

andre områder, Finansministeriets vejledning⁴¹. Dog tilføjes det i Energistyrelsens vejledning, at *"Uanset dette kan de regionale og kortsigtede beskæftigelsesmæssige virkninger samt de erhvervsmæssige virkninger i det hele taget være af interesse."* (Energistyrelsen 2005). Det kan således konstateres, at traditionen for at behandle energipolitikken i en bredere socioøkonomisk sammenhæng stadig til dels lever videre i den praktisk orienterede energiplanlægning.

To forskellige kilder til beskæftigelse

Der må differenceres mellem to typer af kilder til beskæftigelse: 1) Beskæftigelse fra eksport og 2) øget beskæftigelse i den indenlandske energiforsyning. Som antydnet i uddragene fra de historiske energiplaner har begge effekter traditionelt været inddraget i beskæftigelsesvurderinger.

Fælles for de to effekter er, at det forudsætter, at arbejdskraften er til rådighed. Det vil sige, at det afgørende spørgsmål om effekternes gyldighed er, om der kan antages fuld beskæftigelse på lang sigt. Hvis dette er tilfældet, kan der ikke være tale om en beskæftigelseseffekt, da arbejdskraften i så fald blot tages fra andre sektorer.

Den første effekt vedrører teknologiudvikling i en international konkurrenceudsat industri. DØR har tidligere afvist eksistensen af sådanne effekter med teoretiske argumenter (De Økonomiske Råd 2013b). Argumentationen synes at bygge på en noget forsimplet opfattelse af markedets dynamikker og innovationsprocesser, men denne diskussion vil ikke blive taget op for nuværende.

I det følgende vil kun den anden effekt blive behandlet; dvs. beskæftigelse der direkte understøtter den indenlandske energiforsyning. Denne diskussion omhandler således ikke teknologi- og erhvervsudvikling.

Finansministeriets skepsis overfor at regne med beskæftigelseseffekter er egentlig berettiget, dog af andre grunde end dem, der fremføres i den samfundsøkonomiske vejledning (Finansministeriet 1999). Skepsissen bør ikke være funderet i, at markedet allokerer perfekt, og dermed altid finder "den strukturelle arbejdsløshed". Derimod kan den være funderet i, hvad der i nedenstående redegørelse kaldes *energipolitikens beskæftigelsesparadoks*.

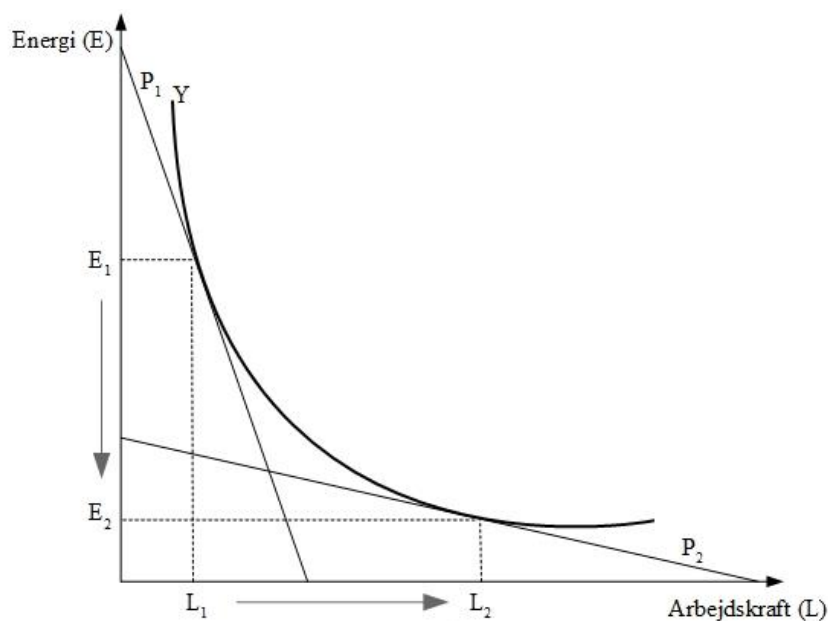
Beskæftigelsesparadokset

Ved siden af de metodiske diskussioner findes et dybere logisk paradoks i diskussionen om beskæftigelseseffekter fra forskellige typer energiforsyninger. Energi leverer dybest set arbejde. Det vil sige, at den økonomiske værdi af energi er funderet i det forhold, at det frigiver arbejdskraft fra dele af produktionen. I historisk perspektiv har de fossile brændsler substitueret arbejdskraften, som dermed er blevet frigivet til andre formål. Dermed har samfundets produktionsniveau været en funktion af energiforbruget. Den økonomiske vækst i moderne tid har således været understøttet af den relative billige energi, der kan udvindes fra

⁴¹ Energistyrelsen skriver på s. 19: *"Det er omdiskuteret i hvilken udstrækning, der bør indregnes beskæftigelseseffekter i forbindelse med et projekt/tiltag. Det er dog normal praksis i cost-benefit analyser at se bort fra eventuelle virkninger med den begrundelse, at den samlede beskæftigelse på langt sigt er bestemt af andre forhold i økonomien (primært arbejdsmarkedets virkemåde). Betragtningen er således, at arbejdskraften på langt sigt alternativt ville have opnået beskæftigelse andetsteds, dvs. at arbejdskraft er en knap ressource på langt sigt."* (Energistyrelsen 2005).

fossile brændsler. 'Klimakrisen' er dermed i dette økonomiske perspektiv det forhold, at den reelle omkostning ved at udvinde energi fra fossile brændsler har vist sig at være større end den internaliserede pris. Forskellen mellem den reelle samfundsøkonomiske omkostning og markedsprisen for fossil energi, *eksternaliteten*, vil materialisere sig i de afledte omkostninger forbundet med klimaforandringerne gennem tab af produktivt land, omkostninger til beskyttelse mod en forhøjet havvandstand, øget nedbør m.m. Set i dette perspektiv handler omstillingen til et vedvarende energisystem om at minimere den stadig opbyggende gældsbyrde.

Hvis den fulde omkostning for brug af fossile brændsler blev internaliseret vil det formentlig resultere i en voldsom økonomisk recession, da det arbejde, der for nuværende leveres af fossile brændsler, skulle leveres af arbejdskraften. Den rigtige pris vil føre til en markant øget beskæftigelse for at opretholde den samme produktion. Dette kan i realiteten være en økonomisk katastrofe, da arbejdskraften næppe er rigelig nok til at erstatte arbejdet, der leveres af den fossile energi. Omstillingen til et samfund forsynet af vedvarende energi går i dette perspektiv således ud på, at begrænse efterspørgslen efter arbejdskraft ved et givent produktionsniveau.



Figur 33: Anvendelsen af energi og arbejdskraft ved et givent produktionsniveau. Isoquant-kurven Y indikerer forskellige inputkombinationer af energi og arbejdskraft, der leverer det samme produktionsniveau. Linjerne P_1 og P_2 illustrerer det fossile energisystems mulige kombinationsmuligheder af energi og arbejdskraft givet de relative prisforhold hhv. uden internaliseringen af CO_2 -omkostningen (P_1) og med internalisering af CO_2 -omkostningen (P_2). Hvor P -linjen tangerer isoquanten findes den makroøkonomiske ligevægt. De billige fossile brændsler har historisk muliggjort at opretholde et givent velstandsniveau ved en relativ lav udnyttelse af arbejdskraft (E_1 , L_1). Opdagelsen af de fossile brændslers klimaeffekt udgør i denne kontekst et makroøkonomisk pris-chok, hvor en fuld internalisering af CO_2 -omkostningen i brændselsprisen vil indebære en væsentlig større arbejdsstyrke for at opretholde det samme produktionsniveau (E_2 , L_2).

På denne baggrund er det en lidt paradoksal diskussion, om forsyningen af vedvarende energi skaber mere beskæftigelse. Hele øvelsen med at omstille til vedvarende energi går i makroøkonomisk perspektiv ud på at begrænse behovet for arbejdskraft til at opretholde en given produktion.

Givet den beskrevne sammenhæng mellem energi og beskæftigelse, kan det være af interesse, at afdække de beskæftigelsesmæssige egenskaber for forskellige energisystemer. Dette kan gøres som en del af en bredere afdækning af et energisystems ressourceforbrug. Hvorvidt dette øgede beskæftigelsesbehov, der er associeret med et givent energisystem er ønskværdig, må afhænge af en vurdering omkring hvorvidt der vil være ledig arbejdskraft tilgængelig, og om hvorvidt denne arbejdskraft ville kunne skabe større værdi i anden beskæftigelse. Interessen for beskæftigelsesberegningerne i tidligere energiplaner kan således også ses i perspektiv af samtidens problembevidsthed om uhensigtsmæssig afhængighed af energiimport sammenholdt med ubeskæftiget indenlandsk arbejdskraft. I en aktuel kontekst kan der, udover de klimarelaterede hensyn, også være en strategisk national interesse i at nedbringe afhængigheden af importerede brændsler i de kommende år, hvor der er udsigt til udfasning af den danske udvinding af fossile brændsler. Problemet med ubeskæftiget arbejdskraft er ikke så alvorlig, som den var i 1980'erne. Men en strategisk vurdering kunne også tage udgangspunkt i det forhold, at mens de brændselsudbuddet på lang sigt er knap (gælder både for biobrændsler og fossile brændsler), forekommer udbuddet af arbejdskraft på europæisk og globalt plan at være rigelig. Især i et europæisk perspektiv er et større investeringsprogram interessant i en makroøkonomisk sammenhæng. Betragtninger omkring dette diskuteres i Kapitel 10.

I det følgende afsnit vil der blive foretaget beskæftigelsesberegninger for et vedvarende energisystem.

9.2. BESKÆFTIGELSESPERSPEKTIVER FOR ET 100 PROCENT VEDVARENDE ENERGISYSTEM

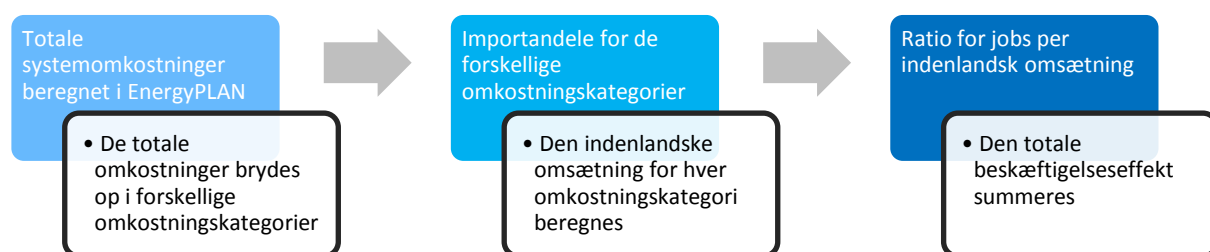
I det følgende vil der blive foretaget en vurdering af beskæftigelsesbehovet i et 100 procent vedvarende energisystem. Vurderingen kan ses som et samfundsøkonomisk supplement til afdækningen af energisystemets ressourcebehov. Den afledte skabelse af viden og erfaring med opbygningen af et vedvarende energisystem indgår ikke i vurderingen af beskæftigelseseffekten. Denne viden-generering kan imidlertid på sigt vise sig at indeholde et betydeligt økonomisk potentiale som basis for udvikling af eksport-orienterede industrier. I 2014 udgjorde den danske eksport af såkaldte grønne varer og tjenester lidt over 70 milliarder kr. (Danmarks Statistik 2015). Som det har været tilfældet for eksempelvis vindkraft, fjernvarme og pumpeteknologi, kan en 'first mover' politik resultere i opbygningen af en konkurrencemæssig fordel indenfor de strategisk prioriterede industrier. Det er næppe nogen urealistisk antagelse, at adgangen til vedvarende energi i fremtiden vil udgøre et stadigt større behov på globalt plan. Under denne forudsætning vil det være kommercielt interessant at have et nationalt forspring indenfor viden og erfaring med vedvarende energiteknologier og vedvarende energisystemløsninger.

I nærværende tekst beregnes alene den direkte beskæftigelse i energiforsyningen. Disse beregninger blev oprindeligt udarbejdet i forbindelse med IDA's Energivision 2050, og resultaterne er tidligere blevet publiceret i selvsamme rapport⁴² (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

⁴² Resultaterne findes i rapportens kapitel 11 "Employment". Ingen andre af IDA's Energivisions forfattere har medvirket i udarbejdelsen af kapitlet.

Beregningerne tager udgangspunkt i det vedvarende scenarie udviklet i IDA's Energivision 2050 (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). Beskæftigelseseffekten beregnes på baggrund af en sammenligning med et fossilt referencescenarie. IDA2050-scenariet adskiller sig dog fra den fossile reference ved at have nogle andre forudsætninger omkring det fremtidige transportbehov. For at have et konsistent sammenligningsgrundlag vil følgende beregninger se bort fra transportsektoren og alene kigge på el- og varmesektoren.

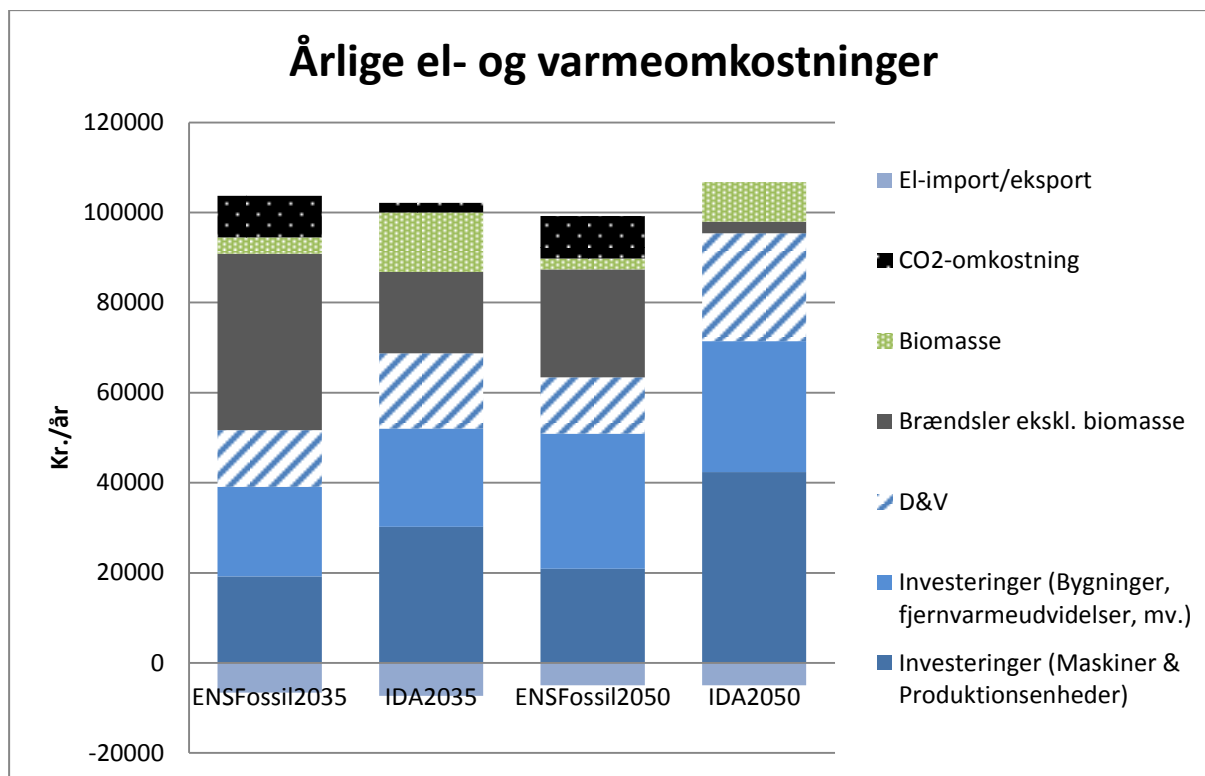
IDAS' Energivision er blevet beregnet i EnergyPLAN. På baggrund af outputdata fra EnergyPLAN er beskæftigelseseffekten blevet beregnet. Den overordnede metode for denne beregning er illustreret i Figur 34.



Figur 34: Illustration af metode for beregning af beskæftigelseseffekt.

Beregningsproducenten består af følgende tre trin:

- 1) EnergyPLAN beregner de årlige omkostninger for energisystemet for de forskellige scenarier. EnergyPLAN-modellens output er for denne analyse opdelt i seks forskellige omkostningskategorier: i) Investeringsomkostninger i maskiner og produktionsenheder, ii) investeringer i energibesparelser i bygninger, fjernvarmenet og lignende, iii) brændselsudgifter (ekskl. biomasse), iv) biomasse, v) drift- og vedligeholdelsesomkostninger samt vi) CO₂-omkostninger. De totale omkostninger er vist i Figur 35, opdelt i de nævnte kategorier.
- 2) Dernæst er data for importandelen for hver omkostningskategori anvendt til at beregne den samlede indenlandske omsætning, som omkostningskategorien giver anledning til.
- 3) Som det tredje trin, beregnes beskæftigelsesbehovet ved at anvende en antaget ratio for jobs per indenlandsk omsætning. Det er antaget, at der skabes 2 jobs per million kroner.



Figur 35: Omkostninger for forskellige energiscenarier beregnet i EnergyPLAN. De fossile referencescenarie (ENSFossil 2035 og ENSFossil 2050) er udviklet af Energistyrelsen (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). IDA2035 og IDA2050 repræsenterer IDA's Energivision for hhv. 2035 og 2050 (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015).

Metodiske usikkerheder

Det giver anledning til en del metodiske overvejelser at beregne beskæftigelseseffekter af omlægningen til vedvarende energi. For nærværende adresseres de "indre" metodiske usikkerheder, dvs. de usikkerheder, der knytter sig til de anvendte forudsætninger, men som ikke angår præmisserne for den overordnede metode. Senere diskuteres den overordnede relevans af en efterspørgselsdrevet beskæftigelsesberegning.

Tre typer af forudsætninger bør være genstand for særlig opmærksomhed vedrørende følsomhedsvurderinger af de fremlagte beregninger.

- 1) *Prisforudsigelserne i den underliggende EnergyPLAN-modellering.* De beregnede energisystemomkostninger bygger på nogle konkrete prisforudsætninger for alle led i energiforsyningen såsom brændselspriser, omkostninger til infrastruktur, drift- og vedligehold mv. Disse er dermed bestemmende for de data, der vises i Figur 35. De detaljerede prisforudsætninger kan findes i IDA-rapporten (Mathiesen, Lund, Hansen, et al. 2015). Prisforudsigelser er i sin natur en vanskelig og utaknemmelig opgave. Vanskelig, fordi det kræver forudsigelser om fremtidige hændelser. Utaknemmelig, da priser egentlig er endogene størrelser, selv om EnergyPLAN behandler det som eksogene forudsætninger. Dette kan godt forsvares for eksempelvis fossile brændsler, da Danmark som et lille land (dvs. en lille andel af det globale energibehov) overvejende vil være pristager. Men på globalt plan er priser endogene, da priser afhænger af efterspørgslen. Hvis energisystemet globalt nedbringer sit forbrug af fossile brændsler, vil prisen på disse falde. Hvis dette ikke sker, vil eksempelvis

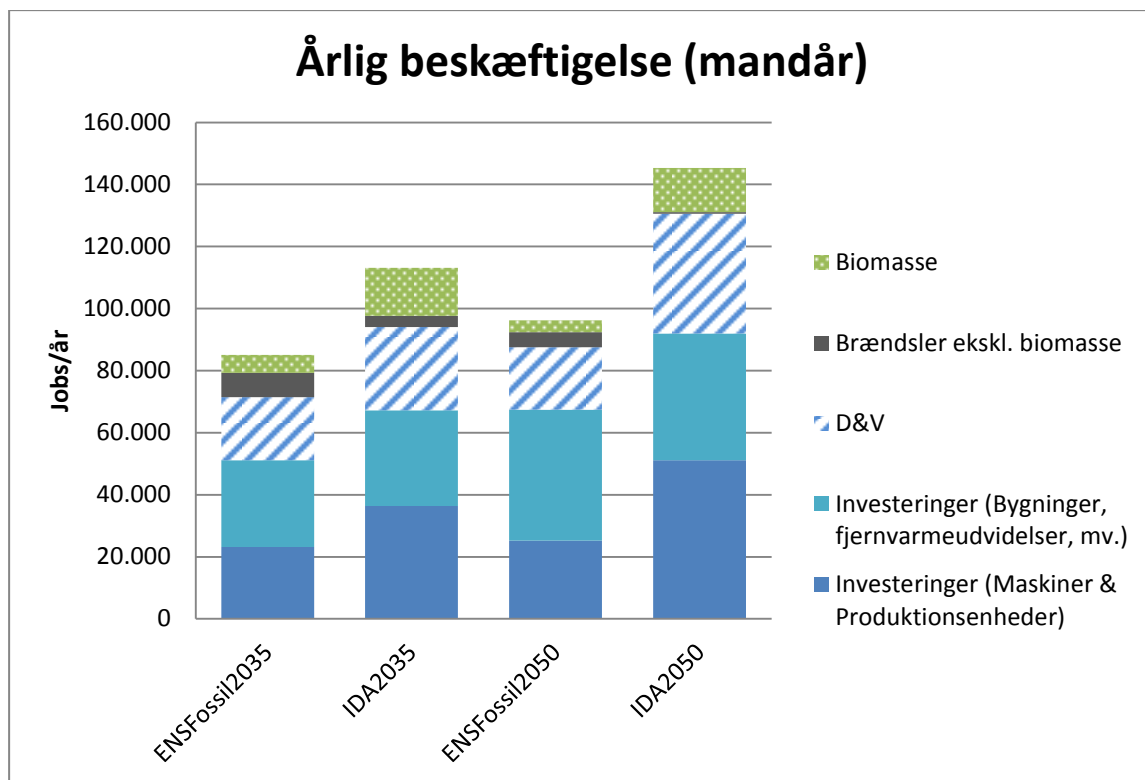
olieprisen formentlig stige ganske signifikant. Det vil sige, at hvis man globalt vælger at omstille sig til et vedvarende energisystem, vil man formentlig kunne konstatere - efter implementeringen - at det ikke var økonomisk rentabelt, da den samtidige brændselspris vil være forholdsvis lav. Hvis man derimod anvender en forudsætning om fremtidig lave priser på brændsler, vil der ikke være god økonomi i et vedvarende energisystem. Agerer man på baggrund af en sådan analyse, vil det fremtidige brændselsforbrug blive højt og dermed drive priserne op. I det scenarie vil man dermed kunne konstatere *ex post*, at omlægningen til vedvarende energi *ville* have været økonomisk fordelagtigt. Dette paradoks er tidligere blevet omtalt som en *Catch-22* situation (Lund 2014).

- 2) *De anvendte importkvoter for de forskellige omkostningskategorier.* Vidensgrundlaget på dette område er forholdsvis ufuldkomment. Der blev lavet en undersøgelse vedrørende dette spørgsmål for den danske energisektor tilbage i 1980'erne (Lund, Rosager, og Hvelplund 1985). Dette datagrundlag blev senere opdateret under visse forudsætninger i 2011 (Hvelplund og Lund 2011). Det er denne kilde, som er anvendt i nærværende beregninger.
- 3) *Den anvendte ratio for jobs per indenlandsk omsætning.* Som en generel betragtning vil denne ratio være afhængig af det institutionelle set-ups evne til at konvertere indenlandsk omsætning til indenlandsk beskæftigelse. Hvis der eksempelvis er tale om en økonomi, hvor store dele af omsætningen akkumuleres i det finansielle system som opsparing, vil ratioen formentlig være forholdsvis lav. Ligeledes kan virksomhedernes ejer-strukturer også påvirke ratioen.

Resultater

Den estimerede mer-beskæftigelse i et vedvarende energisystem sammenlignet med den fossile reference summerer op til omkring 50.000 jobs/år i 2050-scenariet. Sammenlignet med den fossile reference indebærer IDA's Energivision en merbeskæftigelse på omkring 30.000 jobs/år i 2035. Generelt indebærer transitionen til et vedvarende energisystem, at jobs relateret til håndteringen af fossile brændsler udfases, mens jobs relateret til investeringer i den vedvarende produktionsteknologi og infrastruktur skabes.

Opsummerende kan det dermed konkluderes, at 1) vedvarende energisystemer vil skabe en større efterspørgsel efter arbejdskraft og 2) jo tidligere investeringer i omstillingen foretages, jo tidligere vil beskæftigelseseffekten naturligvis indtræde.



Figur 36: Den beregnede beskæftigelse i energiforsyningen under forskellige energiscenarier.

Baseret på disse konklusioner kan man i et makroøkonomisk perspektiv argumentere for, at investeringerne bør foretages så tidligt som muligt. For det første forventes arbejdsstyrkens andel af den samlede befolkning at falde op til omkring 2040 (De Økonomiske Råd 2013a). Således vil der strukturelt være et større udbud af arbejdskraft tilgængelig i begyndelsen af denne periode. For det andet, vil de danske reserver af fossile brændsler i Nordsøen forsvinde i samme periode (Energistyrelsen 2016b). På den baggrund kan det fremføres, at det ville være gavnligt at udvikle en vedvarende energiforsyning så tidligt som muligt i dette forløb, som dermed kan erstatte en ellers nødtvungen import af brændsler med primært indenlandske vedvarende ressourcer. Derudover vil den afledte udvikling af vedvarende teknologi- og systemløsninger potentielt kunne erstatte den nuværende eksport af olie og gas, som aftager og forsvinder i løbet af de næste 10 til 20 år (Energistyrelsen 2016b).

Der er som tidligere nævnt tale om en beskæftigelsesdrevet analyse, hvor der ikke er taget hensyn til udbudssiden. Beregningerne kan dermed forstås som en estimering af arbejdskraftsbehovet. Hvis dette arbejdskraftsbehov skal omsættes til en reel beskæftigelseseffekt, forudsætter det, at den nødvendige arbejdskraft er tilgængelig. Dette spørgsmål relaterer sig dermed til diskussion om det økonomiske systems evne til at finde en ligevægt i 'den naturlige arbejdsløshed'. I denne kontekst kan det bemærkes, at en del af den danske arbejdsstyrke i de kommende år må blive frigivet, efterhånden som udvindingen af olie og gas i Nordsøen ophører.

Hvis den nødvendige arbejdskraft skulle vise sig ikke at være tilgængelig i fremtiden, vil det vedvarende energisystem have behov for at importere arbejdskraft. I sådan et *worst cases scenario* vil det vedvarende energisystem således importere arbejdskraft - ligesom det fossile energisystem vil importere brændsler. I et *worst case scenario* for det fossile energisystem,

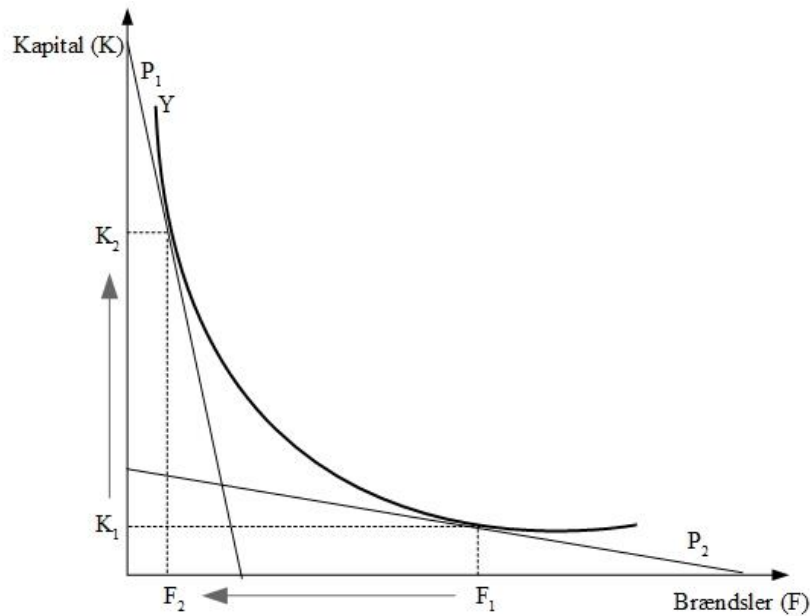
derimod, hvor arbejdsløsheden er høj, vil den makroøkonomiske situation imidlertid blive yderligere forværret af den løbende udstrømning af kapital i forbindelse med importen af fossile brændsler. I dette perspektiv kan det vedvarende energisystem siges at indebære en lavere makroøkonomisk risiko i en fremtid, der under alle omstændigheder er ukendt.

9.3. OPSUMMERENDE BESKÆFTIGELSESPERSPEKTIVER FOR ET VEDVARENDE ENERGISYSTEM

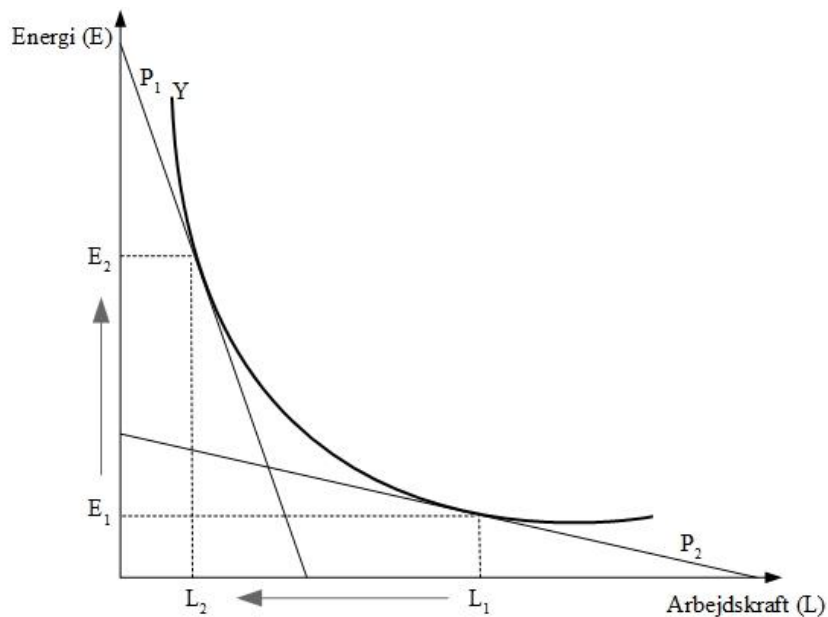
Den fossile energiforsyning bringer samfundet ind i et valg mellem to onder: Enten forsøger man at opretholde produktionsniveauet med en *økologisk katastrofe* som resultat; eller også indstiller man sig på en voldsom nedgang i energiforbruget med en *økonomisk katastrofe* som resultat. Omstillingen til en 100 procent vedvarende energiforsyning handler i denne sammenhæng om at finde en tredje vej, hvor det nuværende velstandsniveau kan opretholdes med en minimeret klimabelastning.

Som det er beskrevet i Kapitel 5 er megen af den dagsordensættende energipolitiske debat stadig fanget i den fossile logik, hvor nedbringelsen af brændselsforbruget sættes lig med en nedgang i velstanden i form af øgede forsyningsomkostninger. Således befinder mange analyser sig stadig i en trade-off fortælling, hvor der skal foretages en økonomisk optimering mellem graden af klimaforandringer og graden af teknologisk omstilling. Der stilles således spørgsmålstejn ved om ”det kan betale sig” at omlægge energiforsyningen til vedvarende energi. Men som det blev redegjort for i Kapitel 5, tyder resultaterne i den tekniske litteratur på, at det kan lade sig gøre at realisere en 100 procent vedvarende energiforsyning med et omkostningsniveau tilsvarende en fossilbaseret energiforsyning. Som det på den baggrund blev konkluderet, handler den væsentligste energiøkonomiske udfordring således ikke om en ændring i omkostningsniveauet i et vedvarende energisystem, men om en ændring i omkostningsstrukturen. Som det blev illustreret gennem en række cases i Kapitel 7, er den anvendte økonomiske metodologi ofte ikke i stand til at opfange denne ændring i omkostningsstrukturen, hvilket skyldes, at metodologien er prisbaseret. Dermed risikerer man at føre økonomisk inefficente politikker, hvilket ironisk indebærer, at profetien om ”den dyre vedvarende energi” bliver selvopfyldende.

Et *smart energy system* repræsenterer derimod mod et teknisk systemdesign, hvor omkostningen forbliver på et ”fossilt niveau”. Et vedvarende energisystem kan opretholde forsyningen ved en relativ høj omkostningseffektivitet gennem udskiftningen af brændsler med kapital, som illustreret i Figur 37. Gennem denne substitution kan økonomien opretholde produktionsniveauet med et relativt lavt input af arbejdskraft (Figur 38).



Figur 37: I et smart energy system udskiftes brændsler med kapital i form af investeringer i infrastruktur, vedvarende energiteknologier mv. Dette illustreres af bevægelsen fra (F_1, K_1) til (F_2, K_2) .



Figur 38: Input-allokeringen mellem energi og arbejdskraft i et smart energy system. Udskiftningen af brændsler med kapital, illustreret i Figur 37, muliggør opretholdsen af en omkostningseffektiv energiforsyning, som dermed til stadighed kan frigøre arbejdskraften til beskæftigelse i andre anvendelser.

Selv om den overordnede økonomiske effektivitet således forekommer at være uforandret, kan ændringen i omkostningsstruktur dog stadig have indenlandske beskæftigelsesmæssige konsekvenser. Beregninger i dette kapitel tyder på, at opbygningen af produktions- og infrastrukturkapital i et smart energy system vil skabe en ekstra efterspørgsel efter

arbejdskraft på lokalt niveau. Hvorvidt denne efterspørgsel er ønskværdig, afhænger af om den nødvendige arbejdskraft er tilgængelig.

Det skal dog holdes for øje, at disse investeringer i kapital er nødvendige for at undgå et endnu større langsigtet behov for arbejdskraft, når de fossile brændsler udfases.

KAPITEL 10. OPSAMLING OG PERSPEKTIVER

10.1. OPSAMLING PÅ ANALYSERNE AF DET DANSKE ENERGISYSTEM

”Hvad koster den grønne omstilling?” er et spørgsmål, der fylder meget i både den energipolitiske debat og i energiøkonomiske analyser. Den almindeligt vedtagne forestilling synes at være, at der er et trade-off mellem økonomisk bæredygtighed og økologisk bæredygtighed. Analyser og diskussioner kommer dermed til at handle om *”hvor meget af det grønne har vi råd til?”*. Denne forestilling og præmis for diskussionerne er skadelig og i sig selv en barriere for at realisere en omkostningseffektiv, vedvarende energiforsyning.

Den store, væsentlige energiøkonomiske forandring i overgangen til et vedvarende energisystem findes ikke i omkostningsniveauet. Det er kendt fra de tekniske systemanalyser, at et vedvarende energisystem er muligt at realisere med totale systemomkostninger på niveau med det fossile alternativ.

Derimod indebærer en vedvarende energiforsyning et fundamentalt skifte i omkostningsstrukturen. Det er denne forandring, der burde være det væsentligste tema for de energiøkonomiske analyser. Denne forandring medfører, at de eksisterende markedsstrukturer får vanskeligere ved at sikre en effektiv allokering. Den marginalpris-baserede energibørs-model bliver marginaliseret i forhold til at sikre finansieringen af en vedvarende energiforsyning. Dette sker eftersom energiproduktionens marginalomkostninger går mod nul i takt med udfasningen af den brændselsbaserede termiske produktionen. Dermed vil priserne på elbørsen være genstand for et permanent nedadgående pres. Da størstedelen af omkostningerne til produktion således må dækkes gennem andre økonomiske organiseringer, kan elbørsen ikke opfylde en systembærende rolle.

Denne divergens mellem priser og omkostninger bør også få konsekvenser på det metodiske plan. Efterhånden som stadig større dele af omkostningerne må afholdes uden for elbørsen, bliver elbørsens priser også et stadigt mere utilstrækkeligt udsagn om forsyningsomkostningerne. Denne erkendelse hindres af den neoklassiske metodologi, der er baseret på pristeori.

I manglen af denne erkendelse, bekræfter de stigende omkostninger uden for markedet blot forestillingen om *”den dyre vedvarende energi”*. Dette har eksempelvis kunnet observeres i de energipolitiske diskussioner om PSO-tariffen. PSO-tariffen er en institution, der opsamler de produktionsomkostninger, der ikke dækkes af elbørsen. Den er som sådan en systembærende institution, men er i debatten såvel som i en række økonomiske analyser blevet tolket som en meromkostning udover det nødvendige.

Den metodologiske svaghed er i dette skrift blevet forklaret som en konsekvens af en manglende fundering i det konkrete niveau, både hvad angår den institutionelle struktur såvel som de teknologiske handlemuligheder. Dette manglende konkrete niveau kædes i Kapitel 3 sammen med den økonomiske videnskabs *”epistemiske illusion”*, hvor de abstrakte økonomiske teorier har en selvforståelse som værende universelle og kontekstuaafhængige. Den ukritiske samstilling mellem priser og omkostninger servicerer og opretholder denne illusion.

Store dele af indflydelsesrige energiøkonomiske analyser såvel som den energipolitiske debat er således præget af et kognitivt lock-in, hvor praktiserede økonomiske ræsonnementer bliver vildledende som en konsekvens af divergensen mellem priser og omkostninger, mens erkendelsen af denne vildledning, modarbejdes af den selvsamme pris-baserede metodologi. For fjernvarmesektoren kan de beskrevne forhold få alvorlige konsekvenser.

Udfasningen af de fossile brændsler i energiforsyningen indebærer også en udfasning af fjernvarmes traditionelle konkurrencefordel. Denne konkurrencefordel har bestået i at kunne udnytte de fossile brændsler mere effektivt end en individuel varmforsyning. Udfasningen af fossile brændsler, herunder en minimering af kraftvarmeproduktion, indebærer dermed også en udfasning af et centralt element af fjernvarmens systemøkonomiske grundlag.

Givet denne forandring i det omgivende energisystem er fjernvarmen presset til at finde nye konkurrencemæssige fordele for at bevare sin berettigelse. Muligheden for dette findes i et vedvarende energisystem. Endda i et sådan omfang at fjernvarmens realisering af disse potentialer er et afgørende element for realisering af et omkostningseffektivt, vedvarende energisystem. Fjernvarmens nye potentielle konkurrencefordele består i integration af vindenergien. Fjernvarmen kan give god systemværdi i udnyttelsen af den fluktuerende vindkraft dels gennem konvertering via varmepumper med store virkningsgrader og dels gennem omkostningseffektiv energilagring.

For at denne forandring i fjernvarmen, som muliggør forandringen af energisystemet, kan realiseres, kræver det ændringer i den institutionelle struktur. Disse er nødvendige for at sikre tilskyndelsen til at de rigtige investeringer foretages. De principielt vigtige egenskaber af den institutionelle struktur er: 1) Ligestilling mellem vindenergi og biomasse i afgiftsstrukturen, og 2) allokeringmæssig balance mellem intern og ekstern integration af den fluktuerende, vedvarende energi.

Hvis disse institutionelle forandringer mislykkes, vil den omkostningseffektive omstilling af energisystemet også mislykkes. De omkostningseffektive forandringer af den teknologiske infrastruktur er afhængige af forandringer i den institutionelle infrastruktur.

Som det er blevet illustreret gennem en række case-studier, forhindrer mangelfulde økonomiske ræsonnementer og analyser hensigtsmæssige forandringer af de institutionelle strukturer. De nødvendige forandringer i den institutionelle infrastruktur er således afhængige af forandringer i den ”kognitive infrastruktur”.

Prioriteringen af emneområderne for dette skrift tog oprindeligt udgangspunkt i den direkte relevans som institutionel ramme for fjernvarmesektoren. Elementer, der har en betydning for investeringsbeslutningerne i fjernvarmesektoren, var i særligt fokus. I arbejdet med dette materiale er der imidlertid dukket to gennemgående temaer op, som ikke var en del af det oprindelige forskningsspørgsmål. Dette omhandler for det første et europæisk perspektiv i den danske energipolitik, og for det andet, et gennemgående metodologisk perspektiv i de energiøkonomiske diskussioner.

10.2. PERSPEKTIVER FOR EN EUROPÆISK ENERGIUNION

Selv om afhandlingen har taget udgangspunkt i det danske energisystem og den danske fjernvarmesektor, kan der også drages nogle europæiske perspektiver. Især tankerne om en europæisk energiunion, ville kunne drage nytte af nogle af de observationer, der kan gøres i et konkret lande-studie.

I det følgende opridses først en række institutionelle problemer, der kan hindre en omkostningseffektiv udvikling i de europæiske energisystemer efterhånden som disse bliver stadig tættere sammenkoblet. Dernæst skitseres nogle principper for en europæisk investeringsfond, der ville kunne drive udviklingen mod et europæisk smart energy system. De europæiske betragtninger afrundes med nogle makroøkonomiske perspektiver af sådan en investeringsfond.

10.2.1. BARRIERER FOR EN OMKOSTNINGSEFFEKTIV EUROPÆISK ENERGIUNION

Den institutionelle struktur i det danske energisystem tilskynder systematisk til eksport af el frem for integration med fjernvarmen. Dermed understøtter den nuværende institutionelle struktur en udvikling mod stadig øget international elhandel.

Afgiftssystemet er et problem

For det første findes en stor skævhed i afgiftssystemet, hvor beskatningen af vind-til-varme er meget høj via elafgiften, mens beskatningen af biomasse til varme er næsten ikke-eksisterende. Dette medfører, at biomasse udkonkurrerer vindenergi i varmesektoren. Når vindenergien ikke kan finde anvendelse på det hjemlige marked, må den dermed eksporteres. Det blev vist i Case 1, at denne eksport har en dårlig samfundsøkonomi, når offeromkostningen i form af den alternative anvendelse i fjernvarmesektoren medregnes.

Tarifsystemet er et problem

Eksport af el til andre nationale elsystemer på bekostning af eksport til andre danske energisektorer, understøttes yderligere af det nuværende nettarif-system. Når en ny elforbindelse etableres, bliver den finansieret af det samlede elforbrug og ikke kun af den energi, der overføres på den pågældende elforbindelse. Dette medfører, at transport af el over store geografiske afstande substitueres af handlen over korte afstande. Den fulde omkostning ved international elhandel er dermed ikke internaliseret i transaktionerne, hvilket rejser spørgsmål ved, om den resulterende handelsvolumen er samfundsøkonomisk efficient.

PSO-tariffen på elforbruget er ikke et problem

I den danske energipolitiske debat er der blevet rejst som problemstilling, at PSO-tariffen på elregningen på den anden side er en hindring for dansk import af udenlandsk elektricitet. EU-kommissionen har således udtrykt bekymring omkring hvorvidt eksempelvis tyske vindmøller diskrimineres af den danske PSO-tarif på elregningen. Ræsonnementet lyder, at tariffen alt

andet lige mindsker det danske elforbrug, mens det kun er de danske vindmøller, der har adgang til PSO-midlerne. Det demonstreres i Case 3, at denne bekymring er grundløs. Såfremt man anerkender de enkelte landes ret til at opbygge egen vindkraftkapacitet gennem økonomiske instrumenter uden om elbørsen, hvilket EU-kommissionen gør, er PSO-tariffen på elregningen en hensigtsmæssig måde at finansiere denne kapacitet. Da kapaciteten kan opbygges uden om elbørsen uden at være traktatstridig, handler diskriminations-spørgsmålet således alene om hvorvidt udenlandsk vindenergi diskrimineres til fordel for dansk vindenergi gennem den danske PSO-tarif. Dette kan ikke være tilfældet, da både danske og udenlandske vindmøller må have en kortsigtet marginalomkostning på omtrent 0 øre/kWh i energiproduktion. Så længe elbørs-prisen i Danmark er positiv, må der således i princippet være adgang for udenlandsk vindenergi til det danske marked.

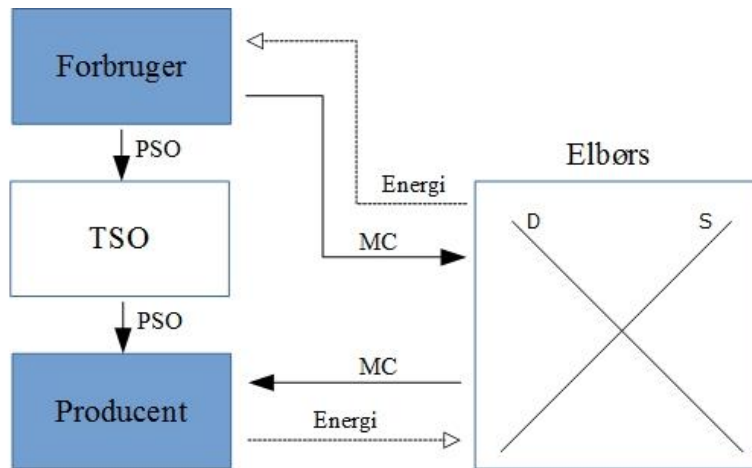
Der kan selvfølgelig være andre grunde til, at vindenergi ikke kan afsættes over landegrænser, såsom flaskehalse i elnettet eller som konsekvens af den hhv. lokale, regionale eller nationale opdeling af priszoner. Men disse eventuelle hindringer for handel har under alle omstændigheder ikke noget at gøre med PSO-tariffen på elforbruget.

Hvis PSO-tariffen derimod fjernes fra elregningen, og i stedet bliver finansieret over finanslover, vil balancen mellem investeringer i produktionskapacitet og investeringer i energibesparelser forvrides. Da PSO-tariffen i realiteten er en kapacitetsbetaling indebærer en finansiering af PSO-midlerne over finansloven reelt statsstøtte til elproduktion. Dette medfører, at elforbrugerne ikke betaler de fulde omkostninger ved elforsyningen. Således skrævvrides balancen mellem omkostninger til energiforbrug og omkostninger til energibesparelser. Finansieres PSO-midlerne af finansloven, vil det resultere i underinvesteringer i energibesparelser og energieffektivitet.

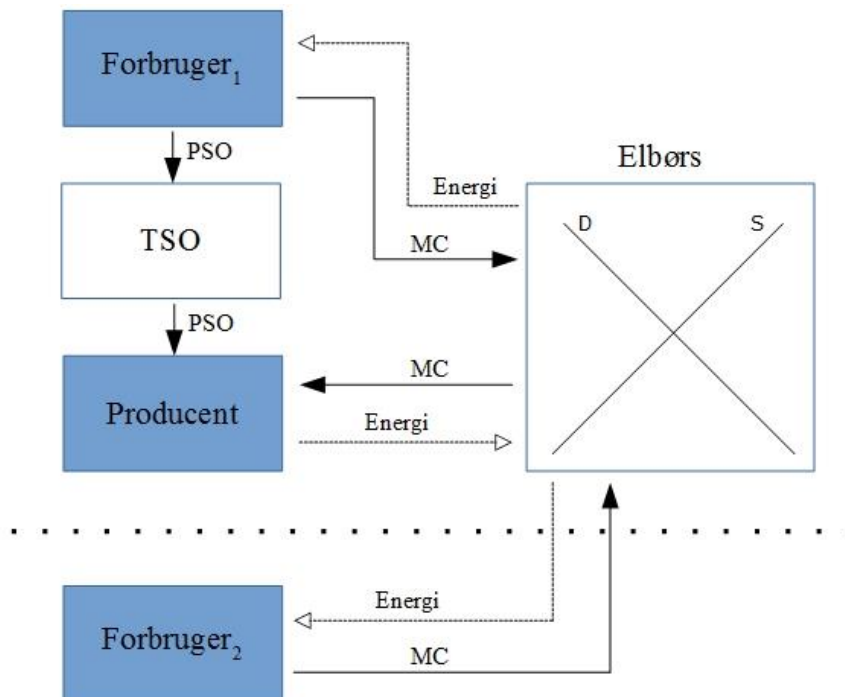
Finansieringen af international elhandel er et problem

Mens det ikke er et praktisk problem, at PSO-tariffen er placeret på elregningen, kan det derimod være et problem, at denne kapacitetsbetaling ikke er internaliseret på de internationale elbørser. Dette indebærer, at mens det indenlandske elforbrug afsættes til den langsigtede marginalomkostning (elbørspris+PSO), kan den eksporterede energi afsættes til den kortsigtede marginalomkostning (elbørsprisen). Denne 'dumping' af energi på udenlandske markeder kan lade sig gøre, eftersom producenternes manglende finansiering (forskellen mellem elbørspris og den langsigtede produktionsomkostning), kan hentes gennem indenlandske PSO-betalinger. Dette udgør dermed en yderligere systematisk forvridding mod eksport af elektricitet, hvor indenlandske elforbrugere subsidierer international elhandel.

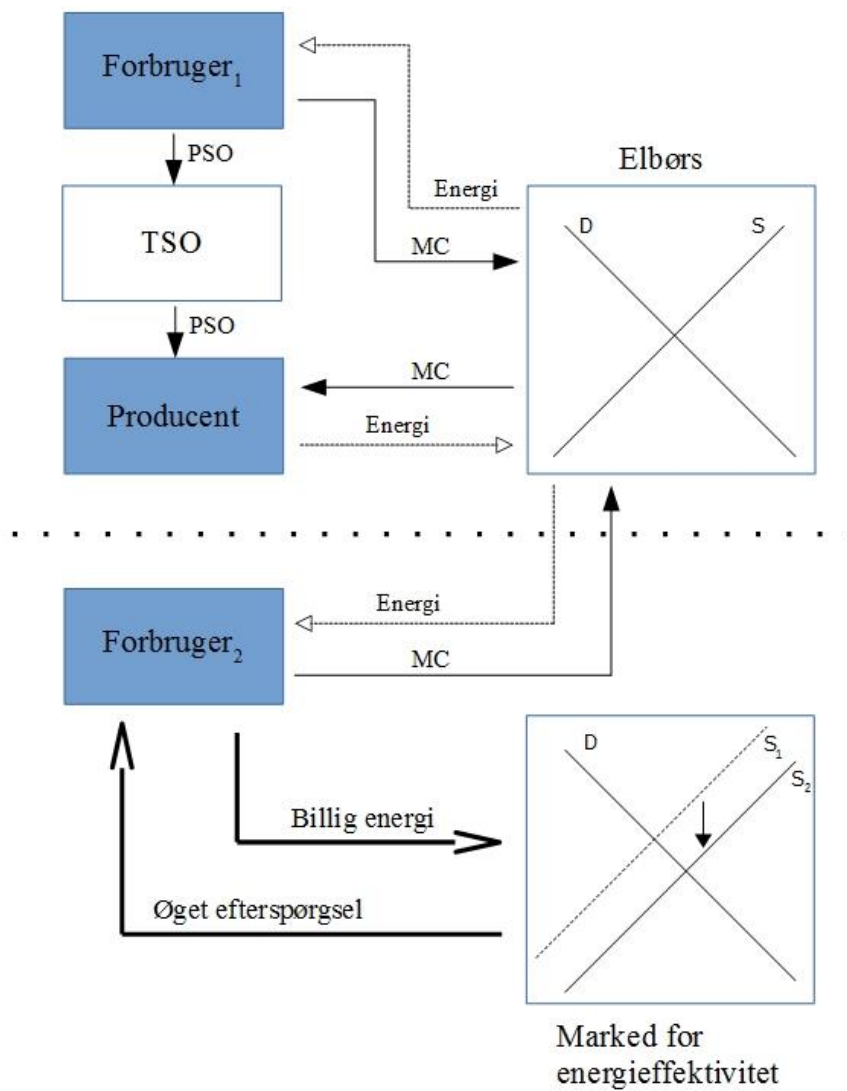
Dermed opstår der også en ubalance mellem investeringer i produktionskapacitet og energibesparelser på tværs af landegrænser.



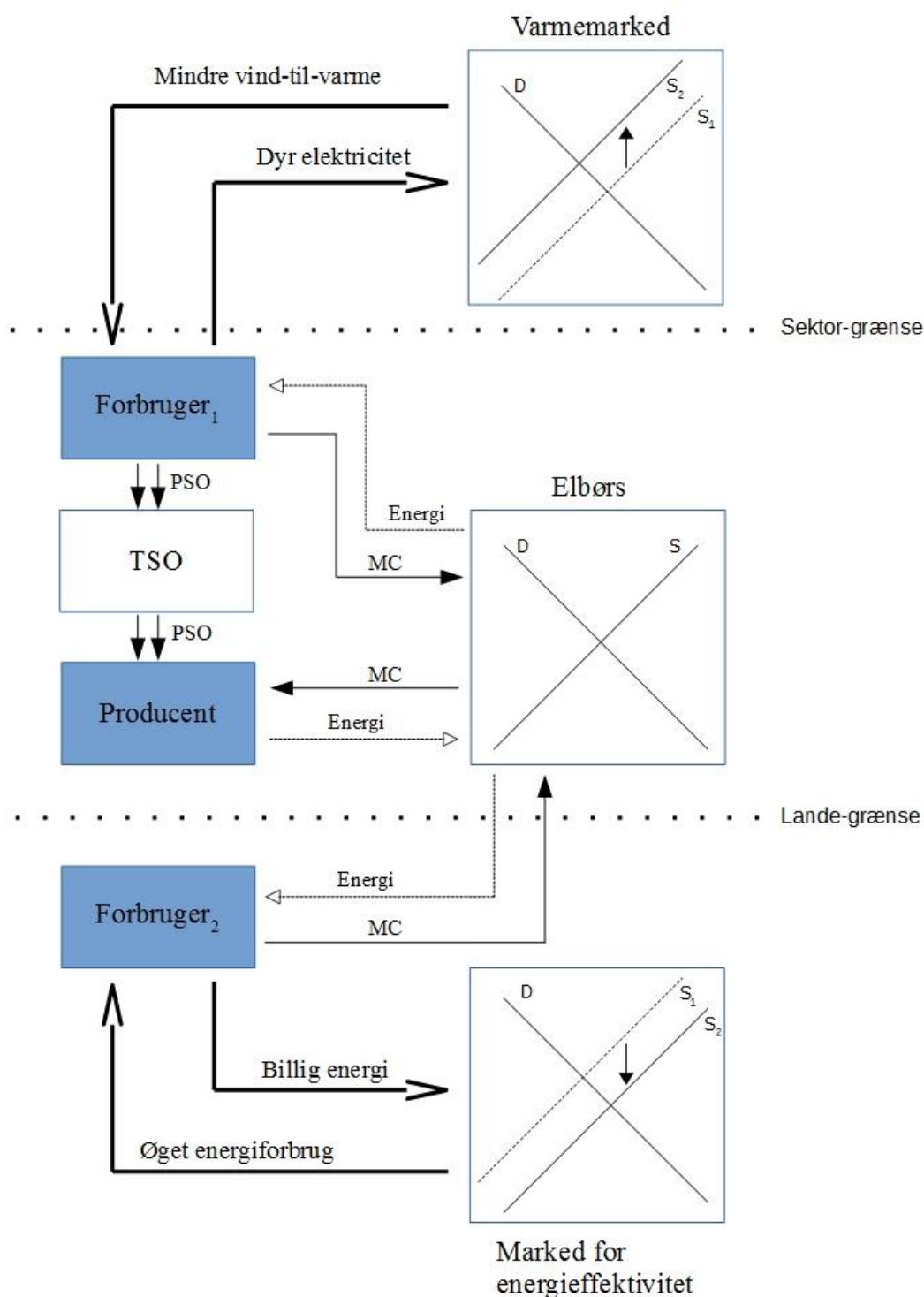
Figur 39: Finansieringsstrukturen for elsystemet i et lukket system. Dette system er i økonomisk balance, da opbygningen dækkes af PSO-tariffen på elregningen, mens energiproduktionens marginale omkostninger (MC) dækkes gennem elbørsen.



Figur 40: Internationale elforbindelser skaber en skævvridning af el-allokeringen. Forbruger 1 betaler de fulde omkostninger (MC+PSO), mens forbruger 2 kun betaler marginalomkostningen for elproduktion (MC).



Figur 41: Skævriddningen af det internationale elmarked forvrider markedet for energieffektivitet i det importerende land. Den billige energi, der importeres til marginalomkostninger, medfører en reduceret forsyningsomkostning, hvilket svækker incitamentet til energieffektivitet.



Figur 42: Forvridningen af det udenlandske energimarked, forvrider det hjemlige energimarked. Underfinansieringen af den eksporterede energi dækkes gennem forhøjede PSO-betalinger for indenlandsk elforbrug. Denne forhøjede omkostning for el forvrider eksempelvis varmemarkedet, hvor konkurrenceevnen for vind-til-varme svækkes i sammenligning med alternativerne.

Metoden for samfundsøkonomiske analyser af internationale elforbindelser er et problem
 Eftersom de skitserede markedsstrukturer ikke af sig selv kan finde balancen mellem intern og ekstern integration af vindenergi, bliver det særligt vigtigt med grundige

samfundsøkonomiske analyser i forbindelse med investeringer i nye elforbindelser, der i Danmark foretages af TSO'en. I processen for disse investeringsbeslutninger er der identificeret en række svagheder.

Det er en fundamental problemstilling, hvis investeringsbeslutningerne foretages alene på grundlag af elbørsernes prissignaler. Priserne på elbørserne er et produkt af de underliggende strukturer i hele energisystemet. En højere betalingsvillighed i et el-marked kan således afspejle et fravær af kraftvarme og tilhørende fjernvarmesystemer, der øger energibehovet (herunder eventuelt elvarme). Dertil kan der være tale om en generelt ringe energieffektivitet, herunder dårligt byggeri. Disse forhold kan være et produkt af nogle underliggende forskelle i institutionelle strukturer mellem landene såsom energifgifter.

Dertil er det også et problem for de samfundsøkonomiske analyser, hvis priserne afspejler en stadig mindre del af de samlede el-produktionsomkostninger. Dette vil være tilfældet, når eksempelvis vindkraft dominerer produktionen.

Hvis man optimerer på tværs af heterogene energisystemer alene på baggrund af elbørsens priser, risikerer man således at fremme en suboptimal udvikling i det europæiske energisystem. Eksempelvis kan eksporten af billig energi fra Norden understøtte energineffektive systemer i de andre europæiske lande. Omvendt kan denne underfinansieret eksport, alt andet lige, hindre at de nordiske lande tager de næste skridt mod øgede investeringer i indenlandsk integration.

Skævvridning i EU's subsidier er et problem

Forvridningen mellem intern og ekstern integration, som understøttes af de nuværende markedsstrukturer samt samfundsøkonomiske vurderinger baseret alene på prissignaler, forstærkes yderligere af det faktum, at EU yder tilskud til etableringen af internationale elforbindelser. Et tilskud, der i øvrigt medregnes som en indtægt i Energinet's samfundsøkonomiske vurderinger af transmissionsforbindelser (Energinet.dk 2015d).

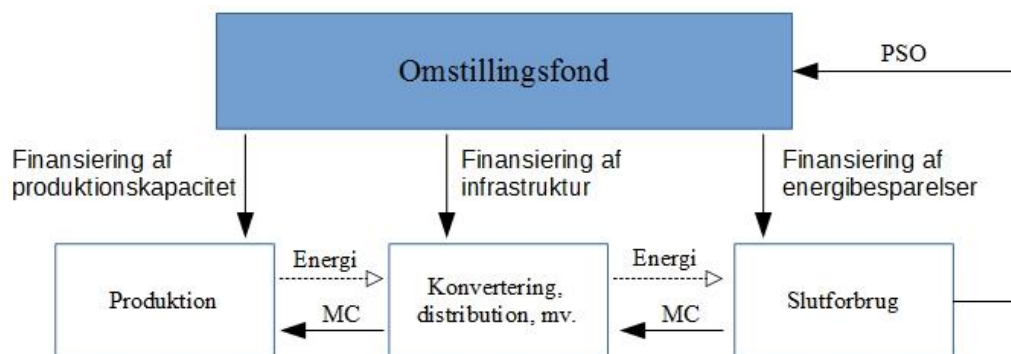
Dette skrifts case studier af det danske energisystem indikerer en voldsom forvridning mod international overførsel af energi gennem elnet i form af; 1) EU-tilskud 2) nettarif der finansierer udbygning 3) udland køber overskudsenergi til marginalomkostningen, mens hjemlige forbrugere betaler kapacitetsomkostningen. Dertil kan der eksistere nationale skævheder gennem energifgifter mv.

Rækkefølgen i udviklingen af den europæiske energiunion bør være omvendt af det, der foregår for nuværende. Førsteprioriteten må være, at løfte hovedparten af de europæiske lande op på 'nordisk niveau' hvad angår fjernvarmesystemer, byggekvalitet og generel energieffektivitet. Først når dette er sket vil man have nogle tilnærmelsesvis sammenlignelige prisdannelser i elsystemet.

Dernæst bør man tilskynde til en øget balance i den institutionelle struktur mellem henholdsvis incitamenterne for international handel med elektricitet og incitamenterne for øget lokal, regional og national integration på tværs af de forskellige energisektorer. Ligeledes, hvis EU giver tilskud til etablering af elforbindelser, så må EU også give tilskud til udvikling af smart energy systems infrastruktur. Hvis dette ikke sker, risikerer man en samfundsøkonomisk ineffektiv udvikling af det europæiske energisystem.

Hvis de tekniske infrastrukturer ikke i højere grad optimeres internt i de enkelte lande, og hvis de institutionelle strukturer, som i Danmarks tilfælde, har en stærk bias mod eksport, vil en øget europæisk sammenkobling af elsystemerne næppe være vejen til en mere omkostningseffektiv energiforsyning.

10.2.2. PRINCIPPER FOR EN EUROPÆISK OMSTILLINGSFOND



Figur 43: Skitse for en europæisk omstillingsfond. Modellen er magen til den skitserede i afsnit 8.3.

EU giver i øjeblikket tilskud til etablering af internationale elforbindelser. Som gennemgået ovenfor, kræver en omkostningseffektiv udvikling af det europæiske energisystem også etableringen af hensigtsmæssige infrastrukturer såsom fjernvarmenet, kapacitet til at anvende vind- og solkraft i varme- og transportsektoren mv.

Potentialet for fjernvarmesystemer er meget stort i Europa, ligesom der er store muligheder i energirenovierung af den eksisterende bygningsmasse (Connolly et al. 2014). For nylig har fjernvarme og fjernkøling også fået EU-kommissionens opmærksomhed som et muligt element i den europæiske teknologiske infrastruktur (EU-kommissionen 2016). Indfrielsen af de identificerede tekniske potentialer vil imidlertid kræve store investeringer.

Der kan således opstå et politisk finansieringsproblem af disse kapitalintensive investeringer. Ligesom det allerede er tilfældet med internationale elforbindelser, kan der opstå behov for finansieringsmuligheder ved siden af de etablerede markeder, for at en smart energy systems infrastruktur kan opbygges.

Finansieringen af disse infrastrukturer gennem tilskud kan være problematisk. Dels kan det være politisk problematisk, dels er det energiøkonomisk problematisk, at omkostninger til energiforsyningen ikke dækkes af energiforbruget. Derved kan balancen rykkes mellem energiproduktion og energibesparelser.

En mulig løsning på denne problematik kunne være, at indføre en form for europæisk PSO-tarif, der finansierer en europæisk investeringsfond rettet mod opbygningen af de interne, nationale energisystemer.

De store hindringer for en sådan en løsning er, om der vil være politisk vilje til det, og om EU's politiske institutioner er stærke nok til at gennemføre en sådan pan-europæisk energipolitik. En beskeden PSO-tarif på al europæisk energiforbrug ville imidlertid potentielt kunne akkumulere store mængder kapital til en investeringsfond, der kunne målrette investeringer i fjernvarmenet, energirenoveringer mv.

Teoretisk kunne en sådan pan-europæisk PSO også afhjælpe problemerne omkring, at nationale PSO-systemer finansierer eksport af billig energi til nabolandene.

Uanset hvor realistisk eller urealistisk etableringen af en sådan institutionel struktur måtte forekomme, er det imidlertid nødvendigt, at lignende mekanismer etableres, således at den fortsatte udbygning af internationale elforbindelser ikke fører til økonomisk suboptimering.

I næste afsnit gives nogle bredere økonomiske betragtninger om perspektiverne af en europæisk omstillingsfond.

10.2.3. MAKROØKONOMISKE PERSPEKTIVER AF EN EUROPÆISK OMSTILLINGSFOND

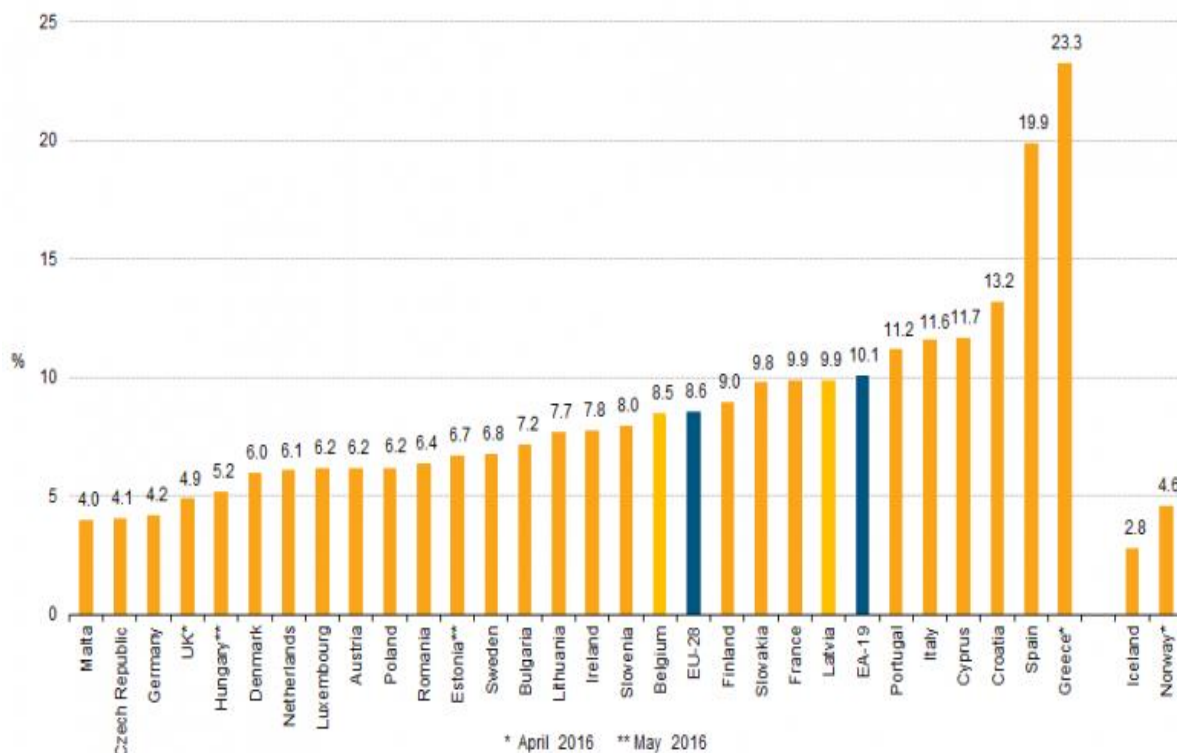
Et europæisk investeringsprogram, der implementerer den basale smart energy systems infrastruktur i Europa kunne i tillæg til de energiøkonomiske gevinster være en kærkommen makroøkonomisk håndsrækning. Det skal ses i kontekst af en dyb europæisk økonomisk krise med en meget stor arbejdsløshed især i den yngre generation. Samtidig har Europa i en periode bevæget sig på kanten af deflation. Deflation kan potentielt forværre beskæftigelses-situationen yderligere, da deflation motiverer til at udskyde forbrug og investeringer, hvilket igen reducerer efterspørgslen. Reduktionen i efterspørgslen øger det deflationære pres, osv. Således kan der skabes yderligere en ond cirkel i en i forvejen problematisk europæisk makroøkonomisk situation.

Den dårlige makroøkonomiske udvikling i Europa kan selvfølgelig opfattes som en uheldig blanding af store ulykker. Men den kan desværre også ses som den systematiske konsekvens af en fejlagtig makroøkonomisk politik. Denne læsning af årsag og sammenhæng er baseret på, hvad der kan kaldes en post-keynesiansk tolkning (Davidson 2005).

Den makroøkonomiske politik efter den finansielle krise i 2007-2008 har grundlæggende bestået i at føre en kontraktiv finanspolitik, som har svækket efterspørgslen. I fraværet af en proaktiv finanspolitik har det været overladt til de pengepolitiske institutioner at sørge for investeringer og arbejdspladser. Denne politik går ud på at sænke prisen på finansiell kapital, dvs. renten, hvilket så forventes at blive omsat til øgede reale investeringer. Denne politik ville kunne fungere i mange makroøkonomiske lærebøger, men fælles for disse er, at de - implicit eller eksplicit - har den indbyggede forudsætning, at udbud skaber sin egen efterspørgsel.

Hvis man i analysen antager, at det økonomiske systems aktører kun agerer under knaphed, kan det vises at være plausibelt, at udbud i vidt omfang altid finder sin egen efterspørgsel (Keynes 1936). Men hvis man, som hos Keynes og i den post-keynesianske tænkning, inddrager usikkerhed som parameter i forventningen til økonomiske beslutningstagere, kan økonomien finde en inefficent ligevægt, hvor udbudt arbejdskraft og kapital ikke finder en anvendelse, selv om priserne burde tilskynde dette (Davidson 2005)(Keynes 1936).

Samtidig kan det konstateres at 1) det årelange, million-store udbud af ledig europæisk arbejdskraft er ikke kommet i arbejde og 2) heller ikke den rigelige og billige kapital er i tilstrækkelig grad blevet omsat i reale investeringer.



Figur 44: Arbejdsløshedstal for Europa. Data og figur er fra Eurostat (Eurostat 2016).

I denne makroøkonomiske situation tilbyder investeringsbehovet i omstillingen af energisystemet en mulighed for at øge beskæftigelsen og undslippe den truende deflation. Europæiske investeringsprogrammer i vedvarende energiproduktion, energirenoveringer, fjernvarme mv. ville på en gang kunne adressere flere ubalancer i det økonomiske system. Et sådant investeringsprogram ville kunne reducere CO₂-udledningerne, øge beskæftigelsen, løfte kontinentet ud af deflationen, og tilmed øge selvforsyningsgraden gennem en mindre afhængighed af importerede brændsler.

Især en række amerikanske økonomer har været kritiske overfor den europæiske modstand mod at føre finanspolitik. J. Bradford Delong har fornylig konstateret, at Europas behov for finanspolitiske initiativer er en "no brainer", og at "Aversion to fiscal expansion reflects raw ideology, not pragmatic considerations." (Delong 2016). Joseph Stiglitz mener, at den såkaldte finansielle krise i 2007-2008 reelt havde rod i en underliggende, global krise i den aggregerede efterspørgsel, blandt andet som følge af en global tendens mod offentlige nedskæringer og øget økonomisk ulighed. En klassisk keynesiansk analyse, hvis løsning således indebærer stats-initierede investeringsprogrammer. Stiglitz konstaterede tilbage i 2011: "Eventually, the world's leaders – and the voters who elect them – will come to recognize this. As growth prospects continue to weaken, they will have no choice. But how much pain will we have to bear in the meantime?" (Stiglitz 2011). Midtvejs i 2016 er dette stadig et åbent spørgsmål.

recognize this. As growth prospects continue to weaken, they will have no choice. But how much pain will we have to bear in the meantime?”(Stiglitz 2011). Midtvejs i 2016 er dette stadig et åbent spørgsmål.

Den pengepolitiske strategi for den europæiske makroøkonomiske politik baserer sig på forestillingen om, at hvis blot prisen på den finansielle kapital er tilstrækkelig lav, vil den blive omsat til reale investeringer. Dermed har de metodiske svagheder i Energinet's samfundsøkonomiske analyser af internationale elforbindelser, troen på at elbørsernes priser afspejler al relevant information, troen på EU-ETS som internalisering af CO₂-omkostningen samt troen på pengepolitikken alene som instrument for makroøkonomisk politik en fællesnævner: forestillingen om, at økonomisk aktivitet udelukkende baserer sig på priser og dermed forestillingen om, at også den økonomisk analyse udelukkende kan basere sig på priser.

10.3. PRISIDEOLOGI I ENERGIPOLITIKKEN

Sometimes, indeed, it seems as though economists conceive of their subject as being concerned only with the pricing system and that anything outside this is considered as no part of their business.(Coase 1991)

Hvis omstillingen af energisystemet skal udvikle sig omkostningseffektivt, kræver det kvalificerede forskningsmæssige arbejder, såvel på dansk som europæisk plan. Dette indebærer at kunne gå bag om priserne.

Det har været et gennemgående tema for de fem cases, der behandles i Kapitel 7, at anvendte økonomiske analyser ikke formår eller tilstræber at se bag priser, der er et produkt af specifikke markedskonstruktioner. Dette indebærer reelt, at man ikke formår at skelne mellem priser og omkostninger. Denne manglende men vitale skelnen mellem omkostninger og priser synes at hænge sammen med den manglende inddragelse af de konkrete institutionelle og teknologiske forhold, der producerer de empiriske priser. Ronald Coase laver en tilsvarende kobling mellem abstraktionen af økonomisk analyse og dens entydige fokus på prissystemet⁴³.

Opdagelsen af disse ”fejl” i denne afhandling er da også opstået på baggrund af forholdsvis konkret funderet og tværfaglige analyser.

Tolkningen af priser som et udtryk for omkostninger bliver dermed en økonomisk floskel, der ligger til grund for en prisideologi. Ved ’floskel’ forstås en almindeligt ’vedtagen’ samfundsmæssig forestilling. En ideologi består af almindelige forestillinger - det samlede sæt af almindelige, etablerede forestillinger udgør vores ideologi⁴⁴. I den sammenhæng har forskningen en vigtig rolle i at kunne afdække og bevidstgøre samfundet og offentligheden omkring vores ideologi; vores sæt af floskler.

De dominerende økonomiske teorier er fanget i en prisideologi, da metodologien har afgrænset sig til prissystemet, som Coase bemærker i det indledende citat ovenfor. Men givet selvsamme metodologi, hvor de konkrete institutionelle forhold ikke inddrages, er metodologien ude af stand til at afdække sine egne floskler.

⁴³ Coase skriver blandt andet: “*This neglect of other aspects of the system has been made easier by another feature of modern economic theory - the growing abstraction of the analysis, which does not seem to call for a detailed knowledge of the actual economic system*”(Coase 1991)

⁴⁴ Jeg mener, at denne ide, hvor ideologi kan afdækkes som et sæt af floskler eller ’almindeligt vedtagne forestillinger’ stammer fra filosofen Slavoj Žižek, men jeg er i tvivl. Jeg har fortrængt hvorhenne dette er formuleret, og er i tvivl om hvorvidt Žižek eller en anden har formuleret det - eller om det er noget jeg til dels selv har formuleret i mit hoved. Franskmanden Francois Flahault har tilsyneladende også beskæftiget sig med floskelbegrebet, ifølge Bregengaard. Følgende sætning synes eksempelvis at være dækkende for min opfattelse: “*... samfundsmæssige fremskridt - for så vidt de er mulige - (beror) ikke på storslåede målsætninger som ’kapitalismens omstyrtning’ eller dens radikale omdannelse, men på en langsom ændring af de floskler (de almindeligt vedtagne forestillinger), der vedrører mennesket og samfundet*” (Bregengaard 2015). Men ved et hurtigt og forjaget forsøg på at få et overblik over Flahaults skrifter, er jeg alligevel ikke sikker på, at Flahault’s teorier helt er dækkende for tilgangen i nærværende skrift. Jeg befinder mig dermed i dilemma med hensyn til videnskabelig redelighed. Det er ikke videnskabeligt redeligt, ikke at give en reference på noget man har fra andre. Det er heller ikke videnskabeligt redeligt at referere til nogen om noget, de ikke har sagt eller skrevet. Jeg ved med andre ord ikke hvem, der ejer katten. Men jeg vurderer alligevel, at den kan fange mus.

Man kan med andre ord sige, at denne *blackboard economics*, der alene beskæftiger sig med abstrakte prismodeller løsrevet fra det konkrete økonomiske system, har mistet sit kritiske indhold.

Geoffrey Hodgson er manden bag et meget sigende udsagn:

“I did not see the problem with mainstream economic theory as primarily one of policy. I learned that the neoclassical framework was quite adaptable, and could lead to different policy conclusions. For example, Pigovian neoclassical exponents of ‘market failure’ supported substantial state intervention. But Chicago-style neoclassical economics were more in favour of free markets. Furthermore, neoclassical theorists such as Oskar Lange, Jon Elster and John Roemer proposed socialist policies.”(Hodgson 2012) (Mine fremhævninger)

Som illustreret af citatet kan neoklassisk teori bruges til mange forskellige former for politik. Dette er dog ikke en formildende betragtning, da problemet med neoklassisk økonomi ikke er et spørgsmål om den kan bruges som retfærdiggørelse af forskellige typer politikker. Problemet er netop, at den ikke kan give vejledning omkring, *hvornår* staten skal regulere og *hvordan*, eller *hvornår* markedet skal styre udviklingen og *hvordan*.

Disse fundamentale spørgsmål er imidlertid de centrale for den økonomiske politik; hvordan skal samfundet organisere produktionen? Er man overbevist fundamentalist i den ene eller anden retning, kan neoklassisk økonomisk teori belejligt tjene som legitimering af den førte økonomiske politik. Hvis man ikke er fundamentalist ud i den økonomiske politiks organisering, behøves derimod et kritisk økonomisk analyseapparat, der kan assistere den økonomiske erkendelse i konkrete problemstillinger.

Hodgson har således fat i det rigtige, men drager i lyset af dette skrifts problemstillinger de forkerte konklusioner. Han har ret i, at mainstream økonomisk teori kan bruges til at legitimere alle typer økonomiske politikker. Men det indebærer ikke, at problemet dermed ikke er politik-relateret. Det er på grund af denne fleksibilitet, at problemerne i den neoklassiske teori er direkte forbundet med den økonomiske politik. Problemet med neoklassisk teori er, at den kan 'legitimere' forkerte økonomisk politikker i alle slags udformninger.

I et Flyvbjerg'sk perspektiv kan den beskrevne prisideologi også opfattes som en magtmekanisme, idet den ukritiske økonomiske pristeori ikke forholder sig til de underliggende strukturer. Dette kunne antyde bevidste intentioner bag prisideologien, men dette spørgsmål er ikke blevet undersøgt i denne PhD-afhandling. Arbejdet har alene søgt at identificere og afdække 'floskler' i de energipolitiske diskussioner, der misinformerer de energipolitiske valg. Disse enkelte floskler kan være bevidste hos bestemte interesser, men de kan i høj grad også være ubevidste og et udtryk for vanetænkning.

Under en radikal teknologisk transition er en sådan vanetænkning farlig, da den i sin overfladiskhed overser forandringerne i de fundamentale parametre.

Case-studierne i dette skrift har afdækket en række tilfælde, hvor de pris-fundamentalistiske analyser når tvivlsomme konklusioner, og dermed optræder som floskler. Eksempler på at priser optræder som floskler er:

- Tolkningen af PSO-tariffen som et udtryk for en ren meromkostning, hvilket bygger på en tolkning af elbørsprisen som 'perfekt'.

- Optimeringen af elnet-udbygningen på baggrund af disse prissignaler.
- Tolkningen af ETS-prisen som den samfundsøkonomiske omkostning ved CO₂-udledning.
- Den mekaniske anvendelse af skatteforvridningstabet i de samfundsøkonomiske analyser, som implicit bygger på perfekt pristeori.

Konsekvenserne af disse prisøkonomiske flosker er systematisk til fordel for det forkerte energisystem. Grundlæggende modarbejder den gældende afgiftsstruktur og net-tariffer integration på tværs af sektorer og fremmer ekstern integration. Ligeledes favoriserer den anvendte metode for samfundsøkonomiske vurderinger af internationale elforbindelser den eksterne integration.

De umiddelbare tekniske konsekvenser af disse institutionelle strukturer er blandt andet:

- En levetidsforlængelse af de ufleksible termiske kraftværker. Et smart energy system med en større andel fluktuerende energi i elsystemet og en større integration på tværs af energisektorer, ville presse disse værker ud af en systembærende rolle. Dette vil ske, da der i systemet vil blive stadig mindre plads til store grundlastværker. Ekstern integration ind i et mere ineffektivt, fossilt-baseret (udenlandsk) energisystem, levetidsforlænger derimod de ufleksible termiske kraftværker. I konkurrence med udenlandske kondensværker vil danske kraftvarmeværker have en konkurrencemæssig fordel. På hjemmemarkedet vil ufleksible værker derimod have vanskeligt ved at konkurrere mod vindkraft.
- Samtidig understøtter dumping af nordisk energi på udenlandske markeder til den kortsigtede marginalomkostning et unødvendigt højt udenlandsk energibehov, og dermed også en høj energiproduktion.
- Ligeledes vil en omlægning af PSO-finansieringen til finansloven understøtte et unødvendigt højt energiforbrug i det danske elsystem og dermed understøtte en forøget energiproduktion.
- Den lave pris på CO₂-udledning, der tilvejebringes af det europæiske kvotemarked, understøtter en fortsat stor produktion af energi på fossile brændsler.
- Skatteforvridningstabet beskytter *de facto* fossile brændsler.

Økonomiske ekspertanalyser, der motiveres af behov for en omkostningsminimerende og rationel udvikling, producerer dermed den modsatte udvikling. I perspektiv af teoridiskussion kan flosklerne dermed også opfattes om tension points; som frakturer i stenen.

Dette kan give mindelser om, hvad Žižek har omtalt som 'false activity' (Žižek 2009). Falske aktiviteter, er pseudo-aktiviteter, der blokerer for reelle aktiviteter. Det vil sige forandring, der forhindrer en reel forandring⁴⁵. Men hvor Žižek foreslår, at modtrækket mod falsk aktivitet, må starte med total passivitet, kan man med en mere optimistisk og konstruktiv mine forsøge at afdække vore falske aktiviteter. Og på den baggrund foreslå en alternativ reel aktivitet.

⁴⁵ Žižek formulerer det således "...people not only act in order to change something, they can also act in order to prevent something from happening, so that nothing will change... Even in much of today's progressive politics, the danger is not passivity, but pseudo-activity, the urge to be active and to participate. People intervene all the time, attempting to "do something," academics participate in meaningless debates; the truly difficult thing is to step back and to withdraw from it. Those in power often prefer even a critical participation to silence – just to engage us in a dialogue, to make it sure that our ominous passivity is broken. Against such an interpassive mode in which we are active all the time to make sure that nothing will really change, the first truly critical step is to withdraw into passivity and to refuse to participate. This first step clears the ground for a true activity, for an act that will effectively change the coordinates of the constellation." (Žižek 2009).

Men for at kunne gøre dette, kræver det fast grund under fødderne. Det vil i denne sammenhæng betyde et uafhængigt og kritisk teoretisk apparat. Omstillingen af energisystemer kræver en fornyet revitalisering af de fortsatte kritiske analyser af energisøkonomiske forhold og handlemuligheder.

Som Hodgson fremhæver, er neoklassisk metodologi blevet brugt som basis for en række forskellige politikformer, lige fra neo-liberalistisk markedsøkonomi til centralistisk, socialistisk planlægning⁴⁶.

Hayeks kritik i 1930'erne af den centralistiske planlægning tog udgangspunkt i den neoklassiske metodologis manglende inddragelse af koordineringsomkostningerne, der opstår i en planøkonomi. Dette omhandler omkostningerne ved centralt at indsamle al relevant viden for at kunne foretage en efficient allokering i planlægningssystemet.

Som en parallel til den hayekiske kritik, er Coase's betoning af transaktionsomkostningerne ligeledes en kritik af den neoklassiske metodologis manglende internalisering af koordineringsomkostninger. Hvor Hayek påpeger koordineringsomkostninger i planlægningen, fremhæver Coase koordineringsomkostninger i markedet.

Den neoklassiske teoris generelle udeladelse af koordineringsomkostninger hænger sammen med den manglende inddragelse af det institutionelle niveau. I den teoretiske forståelse af endogeniserede institutioner, som blev berørt i Kapitel 3, er institutioner netop et produkt af koordineringsomkostninger. Derfor skaber ignoreringen af koordineringsomkostninger en eksogenisering af institutioner: Er der ingen koordineringsomkostninger, er der heller ingen brug for institutioner. Således kan man forblive i den pristeoretiske modelverden. Problemet ved dette er, at man dermed heller ikke har nogen basis for at forholde sig til det økonomiske systems organisering, som består af konkrete institutionelle strukturer.

Arbejdet i dette skrift har udover vigtigheden af de konkrete institutioner også understreget vigtigheden af de konkrete teknologiske forudsætninger for den økonomiske erkendelse. Viden om de teknologiske handlemuligheder kan opnås gennem tværfagligt arbejdet.

Prisideologien faciliterer dermed 'false activities'. Anvendte prisbaserede analyser kan så at sige leve sit eget liv uden at det fører til dyberegående forandringer i den politiske økonomi.

Smart grid konceptet, der blev omtalt i Kapitel 4, er et eksempel på 'false activity'. Paradigmet tager udgangspunkt i de samme tekniske problemstillinger som Smart Energy Systems konceptet; det vil sige udfordringerne, der afledes af en fluktuerende produktion. Smart grid paradigmet forsøget at imødegå udfordringen ved hjælp af teknisk avancerede installationer, såsom smart meters, 'intelligente' vaskemaskiner, mv., der kan reagere hurtigt på prissignaler. Mens sådanne installationer muligvis godt kan bidrage til at optimere driften af de lokale forsyninger, er det også system-bevarende aktiviteter, der ikke adresserer de dybereliggende institutionelle og teknologiske strukturer. Det er således forandring uden forandring.

I stedet for universelle pristeorier behøves et økonomisk analyseapparat, der kan hjælpe os *case-by-case*. Heri ligger også den økonomiske videnskabs mulighed for en videnskabelig

⁴⁶ Ved læsning af Hayeks markedsorienterede essays *The Use of Knowledge in Society* og især *Economics and Knowledge* kan der i øvrigt konstateres en slående lighed med den nutidige post-keynesianske kritik af den neoklassiske markedsteori, såsom (Davidson 2005)(Keynes 1936).

karakter, da den netop ikke bør være ideologisk, men kritisk. Case-formen er med sin inddragelse af de konkrete forhold en kritisk tilgang. Coase's relevans i denne sammenhæng opsummerer Medema ganske fint:

“The problem, as Coase emphasised, is that both market and government coordination are costly, and neither will generate the optimal solutions contemplated by economic theory. Society thus faces a choice among imperfect alternatives and this, in turn, necessitates the adoption of a case-by-case, comparative institutional approach to the problems of economic policy.”(Medema 2013)

Som nævnt i Kapitel 3, bemærkede Coase stilfærdigt, at hans introduktion af transaktionsomkostningsbegrebet havde potentialet til at totalt forandre den økonomiske teori. Arbejdet med de energiøkonomiske problemstillinger i dette skrift har demonstreret, at denne teoretiske forandring er udeblevet - men det har også demonstreret, at den stadig er nødvendig.

LITTERATUR

- Andersen, Frits Møller og Poul Alberg Østergaard. 2015. «Energy Systems Modelling Research and Analysis.» *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management* 07:7–10.
- Arler, Finn, Michael Søgaard Jørgensen, Daniel Galland, og Esben Munk Sørensen. 2015. *Prioritering af fremtidens arealanvendelse i Danmark*. Hentet (<http://www.tekno.dk/wp-content/uploads/2015/08/Prioritering-af-fremtidens-arealanvendelse-i-Danmark.pdf>).
- Arthur, W. Brian. 1989. «Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events.» *The Economic Journal* 99:116–31.
- Atkinson, Giles og Susana Mourato. 2006. *Cost-benefit analysis and the environment: recent developments*.
- Backhouse, Roger E. og Steven G. Medema. 2009. «On the Definition of Economics.» *The Journal of Economic Perspectives* 23(1):221–34.
- Berlingske. 2016. «Regeringen: Højere skat skal betale grøn omstilling.» Maj.
- Bernanke, Ben og Robert Frank. 2006. *Principles of Economics*. McGraw-Hill.
- Bertrand, Elodie. 2012. «A Key to Coase's Thought: The Notion of Cost.» Nice: Colloque de l'ACGEPE. Hentet (<https://www.gate.cnrs.fr/IMG/pdf/Bertrand2013.pdf>).
- Bertrand, Elodie. 2015. «From the Firm to Economic Policy: The Problem of Coase's Cost.» *History of Political Economy* 47(3):481–510. Hentet (<http://hope.dukejournals.org/lookup/doi/10.1215/00182702-3153152>).
- Bregengaard, Per. 2015. «Samfundet skabte mennesket - Flahault versus Marx.» *Modkraft.dk*. Hentet (http://modkraft.dk/artikel/samfundet-skabte-mennesket-flahault-versus-marx#_ftn30).
- Brezis, Elise S., Paul R. Krugman, og Daniel Tsiddon. 1993. «Leapfrogging in International Competition: A Theory of Cycles in National Technological Leadership.» *The American Economic Review* 83(5):1211–19.
- Buchan, David og Malcolm Keay. 2015. *Europe's Long Energy Journey: Towards an Energy Union?* Oxford University Press.
- Buchanan, James M. 1964. «What Should Economists Do ?» *Southern Economic Journal* 30(3):213–22.
- Buchanan, James M. 1969. *Cost and Choice: An Inquiry in Economic Theory*. Library of Economics and Liberty (1999). Hentet (<http://www.econlib.org/library/Buchanan/buchCv6.html>).
- Buchanan, James M. 2011. «The Limits to Market Efficiency.» *RMM* 2:1–7. Hentet (www.rmm-journal.de).
- Buchanan, James M. og George F. Thirlby. 1981. *L.S.E. Essays on Cost*. Hentet (<http://www.econlib.org/library/NPDBooks/Thirlby/bcthLS5.html>).
- Chittum, Anna og Poul Alberg Østergaard. 2014. «How Danish communal heat planning empowers municipalities and benefits individual consumers.» *Energy Policy* 74(C):465–74. Hentet (<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.001>).
- Coase, R. H. 1935. «Bacon Production and the Pig-Cycle in Great Britain.» *Economica*.
- Coase, R. H. 1937. «The Nature of the Firm.» *Economica* 4(16):386–405.

- Coase, R. H. 1946. «The Marginal Cost Controversy.» *Economica* 13(51):169–82.
- Coase, R. H. 1947. «The Marginal Cost Controversy: Some Further Comments.» *Economica* 14(54):150–53.
- Coase, R. H. 1950. «The Nationalization of Electricity Supply in Great Britain.» *Land Economics* 50(2):109–19.
- Coase, R. H. 1960. «The Problem of Social Cost.» *Journal of Law and Economics* 3:1–44.
- Coase, R. H. 1961. «The British Post Office and the Messenger Companies.» *Journal of Law and Economics*.
- Coase, R. H. 1973. «Business organisation and the accountant.» i *L.S.E Essays on Cost*. Hentet (<http://www.econlib.org/library/NPDBooks/Thirlby/bcthLS5.html>).
- Coase, R. H. 1974. «The market for goods and the market for ideas.» *The American Economic Review* 64(2):384–91.
- Coase, R. H. 1978. «Economics and Contiguous Disciplines.» *The Journal of Legal Studies* 7(2):201–11.
- Coase, R. H. 1981. «The Coase Theorem and the Empty Core: A Comment.» *The Journal of Law and Economics* 24(1):183–87.
- Coase, R. H. 1984. «The New Institutional Economics.» *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft / Journal of Institutional and Theoretical Economics* 229–31.
- Coase, R. H. 1991. «Prize Lecture: The Institutional Structure of Production.» Hentet (http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1991/coase-lecture.html).
- Coase, R. H. 1998. «The New Institutional Economics.» *The American Economic Review* 88(2):72–74.
- Coase, R. H., R. S. Edwards, og R. F. Fowler. 1939. «The Iron and Steel Industry 1926-1935: An Investigation Based on the Accounts of Public Companies.» *Special Memorandum No. 49 of the London and Cambridge Economic Service*.
- Connolly, D. et al. 2014. «Heat Roadmap Europe: Combining district heating with heat savings to decarbonise the EU energy system.» *Energy Policy* 65:475–89. Hentet 13. Januar 2016 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513010574>).
- Connolly, David og Brian Vad Mathiesen. 2014. «A technical and economic analysis of one potential pathway to a 100 % renewable energy system.» *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management* 01:7–28. Hentet (<http://journals.aau.dk/index.php/sepm/article/view/497>).
- Danish Energy Agency. 2013. «Energistatistik 2013.» Hentet (<http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/info/tal-kort/statistik-noegletal/aarlig-energistatistik/energistatistik2013.pdf>).
- Danish Energy Agency. 2014a. *District heating: The role of district heating in future energy supply*. Hentet (http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/undergrund-forsyning/el-naturgas-varmeforsyning/Energianalyser/nyeste/fjernvarme_uk.pdf).
- Danish Energy Agency. 2014b. «Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050».
- Danish Energy Agency. 2015. *Technology Data for Energy Plants. Generation of Electricity and District Heating, Energy Storage and Energy Carrier Generation and Conversion*. Hentet (http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/info/tal-kort/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog_mar_2015_19032015.pdf).
- Danmarks Statistik. 2014a. «Hovedrevision af nationalregnskab.» Hentet (<http://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/hovedrevideret-nationalregnskab/hovedeffekter-af-revisionen>).

- Danmarks Statistik. 2014b. *Ændringer i nationalregnskabs skatter og afgifter*. Hentet ([\). Hentet](https://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjB353CjdrNAhVEdCwKHRhvC00QFggxMAI&url=http://www.dst.dk/-/media/Kontorer/05-Offentlige-finanser/Revision2014/Arbejdspapir-HR2014-skatter-V3.pdf?la%)
- Danmarks Statistik. 2015. «Grønt nationalregnskab.» Hentet (<http://www.dst.dk/da/Statistik/NytHtml?cid=22249>).
- Dansk Energi. 2015. *Elforsynings tariffer & elpriser*. Hentet (file:///C:/Users/Sandra/Downloads/Elforsynings_tariffer_og_elpriser_pr_1_januar_2013.pdf).
- Dansk Energi. 2016. «Det haster med bedre økonomi for store varmepumper.» Hentet (http://www.danskeenergi.dk/Aktuelt/Arkiv/2016/August/16_08_10A.aspx).
- Dansk Fjernvarme. 2016. «Dansk Fjernvarme: Store gevinster ved at flytte PSO for virksomheder og varmepumper til finanslov først.» Hentet (<https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/dansk-fjernvarme-store-gevinster-ved-at-flytte-pso-for-virksomheder-og-varmepumper-til-finanslov-forst?publisherId=3320505&releaseId=6188737>).
- David, Paul a. 1985. «Clio and the Economy of QWERTY.» *The American Economic Review* 75(2):332–37.
- Davidson, Paul. 2005. «The Post Keynesian School.» i *Modern Macroeconomics. Its Origin, Development and Current State*. Edward Elgar Publishing.
- Delong, J. Bradford. 2016. «Rescue Helicopters for Stranded Economies.» *Project Syndicate*. Hentet 18. August 2016 (<https://www.project-syndicate.org/commentary/helicopter-money-fiscal-stimulus-by-j--bradford-delong-2016-04?barrier=true>).
- Dr.dk. 2016. «Ti procent af din el-regning går til grøn omstilling.» Marts.
- Dyrelund, A. et al. 2010. *Varmeplan Danmark 2010: Forudsætningskatalog for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*. Hentet (http://vbn.aau.dk/files/40390643/Varmeplan_Danmark_2010_Bilag_Foruds_tninger_for_samfunds_konomiske_analyser_rev.1.pdf).
- Energistyrelsen. 2014. «Ny analyse: Vind er billigst.» Hentet (<http://www.ens.dk/info/nyheder/nyhedsarkiv/ny-analyse-vind-billigst>).
- Energiklagenævnet. 2013. *J.nr. 1021-12-185-11*. Hentet (http://www.ekn.dk/sites/ekn.dk/files/media/dokumenter/afgorelser/2013_1021-12-185.pdf).
- Energiministeriet. 1981. «Energiplan 81.»
- Energinet.dk. 2009. *Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el i Danmark*.
- Energinet.dk. 2013. «Business case – COBRACable mellem Holland og Danmark: Offentlig udgave til udlevering.» Hentet (<https://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske dokumenter/Anlæg og projekter/Business case - COBRACable mellem Holland og Danmark - offentlig udgave.pdf>).
- Energinet.dk. 2015a. *Business Case – Vestkystforbindelsen og Viking Link*. Hentet ([http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske dokumenter/Anlæg og projekter/Vestkyst-Viking Business Case OFFENTLIG UDGAVE - 15032016\(3742170\).pdf](http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske dokumenter/Anlæg og projekter/Vestkyst-Viking Business Case OFFENTLIG UDGAVE - 15032016(3742170).pdf)).
- Energinet.dk. 2015b. «Energinet.dk annullerer udbud af strategisk reserve på Sjælland for 2016-18.» Hentet 4. August 2016 (<http://www.energinet.dk/DA/OM-OS/Nyheder/Sider/Energinet-dk-annullerer-udbud-af-strategisk-reserve-p%C3%A5-Sjælland-for-2016-18.aspx>).

- Energinet.dk. 2015c. «Energinet.dk's analyseforudsætninger 2015-2035.» Hentet (http://energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske analyseforudsætninger 2015-2035 (oktober 2015).pdf). dokumenter/El/Energinet.dk's
- Energinet.dk. 2015d. «Kabel til Holland - COBRACable.» Hentet 28. Juni 2016 (http://www.energinet.dk/da/anlaeg-og-projekter/anlaegsprojekter-el/kabel-til-holland-cobra/sider/kabel-til-holland-cobra.aspx).
- Energinet.dk. 2015e. «Udbud af reserver sikrer elforsyningen i Østdanmark.» Hentet 4. August 2016 (http://www.energinet.dk/DA/El/Nyheder/Sider/Udbud-af-reserver-sikrer-elforsyningen-i-Oestdanmark.aspx).
- Energinet.dk. 2016a. «BID.» *Energinet.dk*. Hentet 14. Juni 2016 (http://energinet.dk/DA/El/Udvikling-af-elsystemet/Analysemodeller/Sider/BID.aspx).
- Energinet.dk. 2016b. «Dansk vindstrøm slår igen rekord – 42 procent.» Hentet (http://www.energinet.dk/DA/El/Nyheder/Sider/Dansk-vindstroem-slaar-igen-rekord-42-procent.aspx).
- Energinet.dk. 2016c. *Introduktion til elmarkedet*.
- Energinet.dk. 2016d. «Spørgsmål og svar om Viking Link og nye luftledninger.» Hentet 14. Juni 2016 (http://energinet.dk/DA/ANLAEG-OG-PROJEKTER/Anlaegsprojekter-el/Kabel-til-England-Viking-Link/Sider/Spoergsmaal-og-svar.aspx#link11).
- Energinet.dk. 2016e. «viking-link.dk.» Hentet (http://viking-link.dk/).
- Energistyrelsen. 2005. *Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*.
- Energistyrelsen. 2008. «Energi i Danmark.» (Rødsand 1):2008. Hentet (http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/info/tal-kort/energikort/download-faerdige-kort/Energi i Danmark_plakat.pdf).
- Energistyrelsen. 2012. «Energiforliget, Aftale mellem regeringen (Socialdemokraterne, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti) og Venstre, Dansk Folkeparti, Enhedslisten og Det Konservative Folkeparti om den danske energipolitik 2012-2020.» 1–16. Hentet (http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/politik/dansk-klima-energipolitik/politiske-aftaler-paa-energiomraadet/energiaftalen-22-marts-2012/Aftale_22-03-2012_FINAL_ren.doc.pdf).
- Energistyrelsen. 2013. «Nye krav til diskonteringsrenten i varmeprojekter.» Hentet (www.ens.dk/info/nyheder/nyhedsarkiv/nye-krav-diskonteringsrenten-varmeprojekter).
- Energistyrelsen. 2015. «Fjernvarmesektorens organisering og aktører - en oversigt.» Hentet (http://www.ens.dk/undergrund-forsyning/el-naturgas-varmeforsyning/forsyning-varme/generel-varmeforsyning-1).
- Energistyrelsen. 2016a. «Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet.» (april):1–22. Hentet (http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/side/samfundsoekonomiske_beregningsforudsætninger_2016_v3.pdf).
- Energistyrelsen. 2016b. *Ressourcer og prognoser*.
- Energitisynet. 2013. *Store forskelle i varmepriserne – hvorfor ?* Hentet (http://energitisynet.dk/varme/artikler-og-analyser/varmeprisanalysen-2013/).
- Energitisynet. 2014. «Dok. 14/18250-52 4 /16 2.1 Grundbeløb 1.» Hentet (http://energitisynet.dk/fileadmin/Filer/0_-_Nyt_site/EL/Nyheder/2014-12_-_Hoering/Samlet_bilag_III.pdf).

- energiwatch.dk. 2014. «Energigiganter lobbyer EU for kvart milliard.» Hentet (http://energiwatch.dk/Energinyt/Politik___Markeder/article7195142.ece).
- energiwatch.dk. 2016. «Vestager om PSO-ballade: Danmark har travlt.» *Energiwatch.dk*. Hentet (http://energiwatch.dk.zorac.aub.aau.dk/secure/Energinyt/Politik___Markeder/article8686833.ece).
- Energyplan.eu. 2016a. «Introduction.» Hentet 1. Januar 2016 (<http://www.energyplan.eu/>).
- Energyplan.eu. 2016b. «Members Map.» Hentet 1. Januar 2016 (<http://www.energyplan.eu/members-map-2/>).
- ENTSO-E. 2016. «Who Is ENTSO-E?» *entsoe.eu*. Hentet (<https://www.entsoe.eu/about-entso-e/Pages/default.aspx>).
- Epstein, Richard. 2013. «Ronald Coase: One of a Kind.» *ricochet.com*. Hentet (<https://ricochet.com/archives/ronald-coase-one-of-a-kind/>).
- EU Kommissionen. 2012. *EU ETS Handbook*. Hentet (http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/ets_handbook_en.pdf).
- EU-kommissionen. 2015. «State aid SA.40305 (2015/N) – DK – Danish offshore wind farm Horns Rev 3.» Hentet (http://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases/256531/256531_1658234_77_2.pdf).
- EU-kommissionen. 2016. «An EU Strategy on Heating and Cooling.» Hentet (https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_ACT_part1_v14.pdf).
- EU-oplysningen. 2016. «Personlig korrespondence med Folketingets EU-oplysning.»
- EUR-lex. 2009. *REGULATION (EC) No 714/2009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL*. Hentet (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0015:0035:EN:PDF>).
- Eurostat. 2016. «Unemployment statistics.» Hentet 18. August 2016 (http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Unemployment_statistics).
- Fagerberg, Jan. 2016. «INNOVATION POLICY: RATIONALES, LESSONS AND CHALLENGES.» *Journal of Economic Surveys*. Hentet (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joes.12164/full>).
- Fallmann, Hubert et al. 2015. *EVALUATION OF THE EU ETS DIRECTIVE*. Hentet (http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision/docs/review_of_eu_ets_en.pdf).
- Finansministeriet. 1999. *Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*.
- Finansministeriet. 2013. «Faktaark: Ny og lavere samfundsøkonomisk diskonteringsrente.» Hentet (<http://www.fm.dk/nyheder/pressemeddelelser/2013/05/ny-og-lavere-samfundsoekonomisk-diskonteringsrente>).
- Finansministeriet. 2014. «Medarbejdergruppen i Finansministeriet. Ancinitet og uddannelse.»
- Flyvbjerg, Bent. 1988. «Videnskab, håndværk, sund fornuft: Tre modeller til diskussion om 'ny fornuft' og nye paradigmer». *Artikel til jubilæumsskrift i anledning af Aalborg Universitetsforlags tiårs jubilæum den 1. januar 1988*.
- Flyvbjerg, Bent, Todd Landman, og Sanford Schram. 2013. «Tension Points in Real Social Sciences: A Response.» *International Journal of Urban and Regional Research* 64(4):758–62.
- Flyvbjerg, Bent, Todd Landman, og Sanford Schram. 2016. «Tension Points : Learning to Make Social Science Matter.» *Critical Policy Studies* (January).

- Frischmann, Brett M. og Christiaan Hogendorn. 2015. «Retrospectives: The Marginal Cost Controversy.» *Journal of Economic Perspectives* 29(1):193–206. Hentet (<http://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.29.1.193>).
- Gershman, Jacob. 2013. «Ronald Coase, Author of 'Most-Cited Law Review Article,' Dead at 102». «*Law Blog*», *The Wall Street Journal*.
- Handelsministeriet. 1976. «Dansk Energipolitik 1976.»
- Handelsministeriet. 1979. *Vurdering af gasprojektets samfundsøkonomiske konsekvenser. Bilag til handelsministeriets energipolitiske redegørelse - marts 1979.*
- Hayek, F. A. 1937. «Economics and Knowledge.»
- Hayek, F. A. 1945. «The Use of Knowledge in Society.» *American Economic Review*.
- Hayek, F. A. 1948. *Individualism and Economic Order*. University of Chicago Press.
- Hayek, F. A. 1982. *Law, Legislation and Liberty*. Routledge (1998). Hentet (<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:LAW,+LEGISLATION+AND+LIBERTY#4>).
- Hodgson, Geoffrey. 2012. «Interview with Geoffrey Hodgson.» Hentet (<https://www.worldeconomicsassociation.org/files/newsletters/Issue2-6.pdf>).
- Hoveijn, Roy. 2013. *Business Case Description: COBRA Cable*. Hentet (http://www.tennet.eu/nl/fileadmin/downloads/News/Cobra/DCI-13-059_-_COBRACable_Business_Case_-_03-12-2103_-_publieksversie.pdf).
- Hu, Jing, Wina Crijns-Graus, Long Lam, og Alyssa Gilbert. 2015. «Ex-ante evaluation of EU ETS during 2013–2030: EU-internal abatement.» *Energy Policy* 77:152–63.
- Hunt, E. K. 1989. «The meaning and significance of the transformation problem: Two Contrasting Approaches.» *Atlantic Economic Journal* 17(4):47–54.
- Hvelplund, Frede. 2005. *Erkendelse og forandring*. Uniprint Aalborg Universitet.
- Hvelplund, Frede. 2015. «Innovativ projektevaluering.» i *Bæredygtighed: Værdier, regler og metoder*, redigeret af F. Arler, M. A. Mosgaard, og H. Riisgaard. Aarhus Universitetsforlag.
- Hvelplund, Frede og Henrik Lund. 2011. *Notat om data til vurdering af beskæftigelsesvirkninger af investering i forskellige energiteknologier*.
- Hvelplund, Frede, Bernd Möller, og Karl Sperling. 2013. «Local ownership, smart energy systems and better wind power economy.» *Energy Strategy Reviews* 1(3):164–70. Hentet 22. Oktober 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X13000084>).
- Jensen, Louise Krog og Karl Sperling. 2016. *Hvem skal eje de kystnære havvindmøller? - Et casestudie af Vind & Velfærd projektet*.
- Jespersen, Jesper. 2015. «Økonomisk krise: ændringer i økonomistudiet?» *altandetlige.dk*. Hentet (<http://altandetlige.dk/blog/jesperjespersen/oekonomisk-krise--aendringer-oekonomistudiet-576>).
- Kahneman, Daniel, Jack L. Knetsch, og Richard H. Thaler. 1990. «Experimental Tests of the Endowment Effect and the Coase Theorem P.» *Journal of Political Economy* 98(6):1325–48. Hentet (<http://www.jstor.org/stable/2937761> Accessed : 28-03-2016).
- Keohane, Nathaniel O. og Sheila M. Olmstead. 2007. *Markets and the environment*. Island Press.

- Keynes, J. M. 1936. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Hentet (<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=8551602&site=ehost-live>).
- Klima- energi- og bygningsministeriet. 2014. «Godkendelse af ansøgning om etablering af Cobra-for bindelsen til Holland.» Hentet (<http://www.ft.dk/samling/20131/almdel/keb/bilag/290/1372048.pdf>).
- Koch, Nicolas, Sabine Fuss, Godefroy Grosjean, og Ottmar Edenhofer. 2014. «Causes of the EU ETS price drop: Recession, CDM, renewable policies or a bit of everything?—New evidence.» *Energy Policy* 73:676–85.
- Kærgaard, Niels. 2015. «Topøkonom: Vi økonomer skal siges imod.» *Djøfbladet.dk*. Hentet (<http://www.djoefbladet.dk/nyheder/2015/8/top-oe-konom-vi--oe-konomer-skal-siges-imod.aspx>).
- Lee, Timothy B. 2013. «The Coase Theorem is widely cited in economics. Ronald Coase hated it.» *The Washington Post*. Hentet (<https://www.washingtonpost.com/news/wonk/wp/2013/09/04/the-coase-theorem-is-widely-cited-in-economics-ronald-coase-hated-it/>).
- Levitt, Clinton J. og Anders Sørensen. 2014a. *The Cost of Producing Electricity in Denmark*. Rockwool Fonden. Hentet (<http://www.rockwoolfonden.dk/app/uploads/2015/12/The-Cost-of-Producing-Electricity-in-Denmark.pdf>).
- Levitt, Clinton J. og Anders Sørensen. 2014b. *The Cost of Producing Electricity in Denmark: A Technical Companion*. Rockwool Fonden. Hentet (<http://www.rockwoolfonden.dk/app/uploads/2015/12/The-Cost-of-Producing-Electricity-in-Denmark-A-Technical-Companion.pdf>).
- Lobbyfacts.eu. 2014. «Reports.» Hentet (<https://lobbyfacts.eu/reports/expenditure/companies?>).
- Lund, Henrik. 2010. *Renewable Energy Systems: The Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions*. Elsevier.
- Lund, Henrik et al. 2011. *Coherent Energy and Environmental System Analysis*. Hentet (www.ceesa.dk/Publications).
- Lund, Henrik, Sven Werner, et al. 2014. «4th Generation District Heating (4GDH).» *Energy* 68:1–11. Hentet 12. Januar 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544214002369>).
- Lund, Henrik, Jakob Zinck Thellufsen, et al. 2014. «Heat Saving Strategies in Sustainable Smart Energy Systems.» *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management* 04:3–16.
- Lund, Henrik. 2014. *Renewable Energy Systems: A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of 100% Renewable Energy Systems*. Second Edi. Academic Press (Elsevier).
- Lund, Henrik, Anders N. Andersen, Poul Alberg Østergaard, Brian Vad Mathiesen, og David Connolly. 2012. «From electricity smart grids to smart energy systems - A market operation based approach and understanding.» *Energy* 42(1):96–102.
- Lund, Henrik, Frank Rosager, og Frede Hvelplund. 1985. «Vurdering af beskæftigelsesanalyser for 60 energiteknologier.»
- Lund, Henrik og Georges Salgi. 2009. «The role of compressed air energy storage (CAES) in future sustainable energy systems.» *Energy Conversion and Management* 50(5):1172–79.
- Lund, Rasmus og Brian Vad Mathiesen. 2015. «Large combined heat and power plants in sustainable energy systems.» *Applied Energy* 142:389–95. Hentet (<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.013>).
- Mathiesen, B. V., H. Lund, K. Hansen, et al. 2015. *IDA's Energy Vision 2050: A Smart Energy System strategy for 100% renewable Denmark*. Hentet (http://vbn.aau.dk/files/222230514/Main_Report_IDAs_Energy_Vision_2050.pdf).

- Mathiesen, B. V., H. Lund, D. Connolly, et al. 2015a. «Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions.» *Applied Energy* 145:139–54.
- Mathiesen, B. V., H. Lund, D. Connolly, et al. 2015b. «Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions.» *Applied Energy* 145:139–54. Hentet 4. Marts 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915001117>).
- Mathiesen, Brian Vad et al. 2016. *Future Green Buildings*. Hentet (http://vbn.aau.dk/files/234005850/Future_Green_Buildings_A_key_to_cost_effective_sustainable_energy_systems_ENGLISH.pdf).
- Maxwell, Victor, Karl Sperling, og Frede Hvelplund. 2015. «Electricity cost effects of expanding wind power and integrating energy sectors.» *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management* 6:31–48.
- Medema, Steven. 2013. «Finding his own way: Ronald Coase (1910-2013).» *VOX: CEPR's Policy Portal*. Hentet 28. Juni 2016 (<http://voxeu.org/article/coase-theorem-and-economics-coase>).
- Meek, Ronald L. 1956. «Some Notes on the 'Transformation Problem'.» *The Economic Journal* 66(261):94–107.
- Miljø- og Energiministeriet. 1996. *Energi 21. Regeringens energihandlingsplan 1996*.
- Møller, Flemming og Dorthe Bjerrum Jensen. 2004. *Velfærdsøkonomiske forvridningsomkostninger ved finansiering af offentlige projekter*. Hentet (http://www.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_fagrappporter/rapporter/FR496.PDF).
- Pöyry. 2016. «Pöyry Electricity Market Modelling: Introducing BID3.» 1–4. Hentet (http://www.poyry.com/sites/default/files/media/related_material/bid3_brochure_v3_0lr.pdf).
- Renner-loquenz, Brigitta, Volker Zuleger, D. G. Comp, og Unit G-. 2002. «Commission raises no objections to German feed-in laws for electricity from renewable energy sources and combined heat and power.» *Competition Policy Newsletter* 2(3):2159.
- Retsinformation. 2015a. *Bekendtgørelse af lov om varmeforsyning 1*). Hentet (<https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=165652>).
- Retsinformation. 2015b. *Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om godkendelse af projekter for kollektive varmeforsyningsanlæg*. Hentet (<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=159034>).
- Retsinformation. 2016. *Bekendtgørelse af lov om fremme af vedvarende energi*. Hentet (<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=167872#Kap6>).
- Ridjan, Iva, Brian Vad Mathiesen, og David Connolly. 2014. «Synthetic fuel production costs by means of solid oxide electrolysis cells.» *Energy* 76:104–13. Hentet 6. August 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544214004149>).
- Ridjan, Iva, Brian Vad Mathiesen, David Connolly, og Neven Duić. 2013. «The feasibility of synthetic fuels in renewable energy systems.» *Energy* 57:76–84. Hentet 18. August 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544213000741>).
- Robbins, Lionel. 1932. *An Essay on the Nature and Significance of Economic Science*.
- Rockwool Fonden. 2014. «Vindenergi gør el-produktion 14 procent dyrere.» (November):1–4. Hentet (http://www.rockwoolfonden.dk/app/uploads/2015/12/Nyt-fra-Rockwool-Fonden_-Nov-14_Elektricitet.pdf).
- Scott, W. Richard. 1995. *Institutions and Organizations*. Sage Publications.

- Sekretariatet for afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet. 2016. *Afgifts- og tilskudsanalysen på energiområdet. Delanalyse 2: Omkostninger til offentlige forpligtigelser.*
- Shapiro, Carl og Hal Varian. 1999. *Information Rules*. Boston: Harvard Business School Press.
- Skatteministeriet. 2016a. «Afgifts- og tilskudsanalyse: Grøn omstilling kan gøres smartere og billigere.» Hentet (<http://www.skm.dk/aktuelt/presse/pressemeddelelser/2016/maj/afgifts-og-tilskudsanalyse-groen-omstilling-kan-goeres-smartere-og-billigere>).
- Skatteministeriet. 2016b. *Elafgiftsloven*. Hentet (<http://www.skm.dk/skattetal/satser/satser-og-beloebsgraenser/elafgiftsloven>).
- Sloterdijk, Peter. 2005. «Damned to expertocracy.» *signandsight.com*. Hentet 27. Juni 2016 (<http://www.signandsight.com/features/238.html>).
- Smith, Adam. 1776. *The Wealth of Nations*. 1994. udg. New York: The Modern Library.
- Snowdon, Brian og R. Vane. 2005. *Modern Macroeconomics. Its Origin, Development and Current State*. Edward Elgar Publishing.
- Sorknæs, Peter. 2015. «Bidding and operation strategies in future energy markets: The transition of small district heating plants into market-based smart energy systems.»
- Sorknæs, Peter, Henrik Lund, Anders N. Andersen, og Peter Ritter. 2015. «Small-scale combined heat and power as a balancing reserve for wind – The case of participation in the German secondary control reserve.» *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management* 4:31–42. Hentet (<http://journals.aau.dk/index.php/sep/article/view/927>).
- Sperling, Karl et al. 2015. *Baggrundsrapport vedrørende energistrategi for Mariagerfjord kommune*.
- Sperling, Karl og Brian Vad Mathiesen. 2015. *Landvindmøllernes lokale økonomiske effekter i Billund Kommune*.
- Stiglitz, Joseph. 2011. «To Cure the Economy.» *Project Syndicate*. Hentet 18. August 2016 (<https://www.project-syndicate.org/commentary/to-cure-the-economy?barrier=true>).
- Swyngedouw, Erik. 2011a. «Depoliticized Environments: The End of Nature, Climate Change and the Post-Political Condition.» *Royal Institute of Philosophy Supplement*.
- Swyngedouw, Erik. 2011b. «Interrogating post-democratization: Reclaiming egalitarian political spaces.» *Political Geography*.
- Thellufsen, Jakob Zinck. 2013. «Integrating and Implementing Large-Scale Energy Savings: An Assessment of Suitable Integration Strategies in the current Danish Energy System and the Performance of the Danish Energy Savings Agreement.» Hentet ([http://projekter.aau.dk/projekter/da/studentthesis/integrating-and-implementing-largescale-energy-savings\(7917f715-4995-4383-a11f-96ac2031749f\).html](http://projekter.aau.dk/projekter/da/studentthesis/integrating-and-implementing-largescale-energy-savings(7917f715-4995-4383-a11f-96ac2031749f).html)).
- Thellufsen, Jakob Zinck. 2014. «How to establish local renewable energy scenarios in the context of national energy systems.» i *Proceedings of SEEP2014*.
- Thellufsen, Jakob Zinck og Henrik Lund. 2015. «Energy saving synergies in national energy systems.» *Energy Conversion and Management* 103:259–65. Hentet 8. Juli 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890415005932>).
- Turner, R. Kerry, David Pearce, og Ian Bateman. 1994. *Environmental economics: An elementary introduction*. Harvester Wheatsheaf.

- Ward, C. og M. B. Aalbers. 2016. «‘The shitty rent business’: What’s the point of land rent theory?» *Urban Studies*. Hentet (<http://usj.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0042098016638975>).
- Warren, Charles R. og Malcolm McFadyen. 2010. «Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland.» *Land Use Policy* 27(2):204–13.
- Werner, Sven og Svend Frederiksen. 2013. *District Heating and Cooling*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Whitta-Jacobsen, Hans Jørgen, Eirik S. Amundsen, Claus Thustrup Kreiner, og Michael Svarer. 2014. «Erstat PSO-afgiften med indkomstskat - Grønt afbalanceret og effektivitetsskabende | De Økonomiske Råd.» *Børsen*, Maj. Hentet 29. April 2016 (<http://www.dors.dk/oevrige-publikationer/kronikker-artikler/erstat-pso-afgiften-indkomstskat-gront-afbalanceret>).
- Zizek, Slavoj. 2009. «The Interpassive Subject: Lacan turns a prayer wheel.» *lacan.com*. Hentet 18. August 2016 (<http://www.lacan.com/essays/?p=143>).
- De Økonomiske Råd. 2013a. *Dansk Økonomi, forår 2013. Kapitel II*. Hentet (<http://www.dors.dk/vismandsrapporter/dansk-okonomi-forar-2013>).
- De Økonomiske Råd. 2013b. *Økonomi og Miljø 2013. Kapitel I: Energi og klimapolitik*. Hentet (<http://www.dors.dk/vismandsrapporter/okonomi-miljo-2013>).
- De Økonomiske Råd. 2016a. «Kapitel III kort fortalt.» *Økonomi og Miljø 2016*. Hentet 24. Juli 2016 (<http://www.dors.dk/vismandsrapporter/oekonomi-miljoe-2016/kapitel-iii-danmark-fossilfri-2050>).
- De Økonomiske Råd. 2016b. *Vismandsrapport. Økonomi og Miljø 2016. Kapitel III: Danmark Fossilfri 2050*.
- De Økonomiske Råd. 2016c. «Ændring i omkostningerne ved et fossilfrit energisystem i 2050.»
- Østergaard, Poul Alberg. 2015. «Reviewing EnergyPLAN simulations and performance indicator applications in EnergyPLAN simulations.» *Applied Energy* 154:921–33. Hentet 29. Marts 2016 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915007199>).

ISSN (online): 2246-1248
ISBN (online): 978-87-7112-787-4

AALBORG UNIVERSITY PRESS