

# Choice Awareness and Renewable Energy Systems

Henrik Lund, marts 2009

---

## Resumé på dansk

I mange lande verden over formuleres der i disse år politiske målsætninger om at øge andelen af vedvarende energi. Danmarks langsigtede mål er at overgå til 100% vedvarende energi. Det mål annoncerede den danske statsminister Anders Fogh Rasmussen i sin tale til Folketingets åbning i oktober 2006. Men hvordan kan samfundets energiforsyning omstilles til 100% vedvarende energi? Det er emnet for denne afhandling.

Hvordan skal vi finde ud af, hvilke teknologier samfundet skal satse på? Og i hvilken rækkefølge de skal udbygges? Hvem skal gøre det? Hvilke organisatoriske ændringer skal der til? Og hvad skal samfundet f.eks. stille op med kulindustriens ønske om CO<sub>2</sub>-lagring (Carbon Capture)?

Denne afhandling beskæftiger sig med disse og andre relevante spørgsmål ud fra to vinkler: En teknisk og en samfundsvidenskabelig.

Ud fra et teknisk synspunkt præsenterer afhandlingen et værktøj og en metode til at analysere og designe vedvarende energisystemer. Værktøjet er en energisystemmodel med fokus på analyse af samspillet mellem forskellige vedvarende energikilder og teknologier. Metoden viser, hvordan forskellige systemers evne til at udnytte fluktuerende energikilder kan identificeres og sammenlignes. Værktøjet og metoden anvendes i mere end 10 energisystem-analysestudier af såvel stor-skala integration af vedvarende energi som 100% vedvarende energisystemer.

Fra et politisk og samfundsvidenskabeligt synspunkt beskæftiger afhandlingen sig med, hvordan samfundet kan sikre en demokratisk debat af de reelle valgmuligheder. Diskussionen af dette emne tager udgangspunkt i 11 cases i

perioden siden 1982, hvor væsentlige investeringer i energianlæg har været til debat i Danmark og andre lande. På baggrund af disse cases formuleres en teori med navnet Choice Awareness. Teorien bygger på den observation, at når væsentlige teknologiske ændringer er til diskussion, vil de organisationer, som er knyttet til de eksisterende teknologier, ofte påvirke situationen og reducere antallet af valgmuligheder. Resultatet er en tendens til, at man i den offentlige debat ikke tror, at man har andet valg end at udbygge med f.eks. endnu et kulfyret kraftværk. Med reference til teknologi-, diskurs- og magtteori bidrager Choice Awareness-teorien til at forklare, hvorfor det er sådan, og kommer med anbefalinger til, hvad vi som samfund kan gøre, hvis vi ønsker at kunne vælge mellem reelle og relevante alternativer.

Afhandlingen er baseret på forfatterens deltagelse i energiplanlægning i Danmark og andre lande gennem de sidste mere end 25 år, herunder aktiv deltagelse i en række offentlige diskussioner og vigtige beslutningsprocesser. På den ene side afslører de 11 cases samfundets manglende evne til systematisk at etablere de projektforslag, der bedst realiserer givne politiske mål, især hvis disse forslag indebærer radikale teknologiske ændringer. På den anden side viser resultaterne af den sammenhængende aktive energipolitik i perioden op til 2001, at radikale teknologiske ændringer kan lade sig gøre over tid, også når det sker i konflikt med de eksisterende organisationers interesser. Denne afhandling forsøger at afdække, hvorfor de bedste alternativer ikke altid fremkommer, og hvad vi som samfund kan gøre ved det.

Kapitel 1 giver en introduktion til sammenhængen mellem dels design og analyse af tekniske muligheder og dels samfundets evne til at inddrage valget mellem reelle og relevante alternativer i den offentlige debat. Kapitlet diskuterer begreberne vedvarende energi og bæredygtig energi og gør opmærksom på, at en udskridning af "bæredygtigheds-begrebet" er ved at ske, således at atomkraft og kul i kombination med CO<sub>2</sub>-lagring indgår i begrebet. Kapitlet fremhæver, at der er andre argumenter for vedvarende energi end miljø, nemlig forsyningssikkerhed, økonomi (herunder beskæftigelse og industriel udvikling) og demokrati og selvbestemmelse.

Kapitel 2 introducerer Choice Awareness-teorien. Teorien handler om, hvordan samfundet kan gennemføre politiske mål, såsom omstillingen til 100% vedvarende energi, som medfører radikale teknologiske forandringer og dermed forandringer i de tilknyttede organisationer. Teorien bygger på den observation, at organisationer knyttet til de eksisterende teknologier (som forventes at udgå) vil påvirke beslutningsprocessen på flere måder. Teorien argumenterer, at denne påvirkning vil manifestere sig som en nøglefaktor i den offentlige opfattelse af, om man har et valg eller ikke har et valg. Teori-

en formulerer to teser. Den første tese siger, at når samfundet formulerer og forsøger at gennemføre mål, som involverer radikale teknologiske forandringer, så vil de eksisterende organisationer ofte forsøge at skabe den opfattelse, at samfundet IKKE HAR NOGET VALG bortset fra de forslag, som vil udbygge disse organisationers positioner. Den anden tese siger, at i den situation vil samfundet have gavn af at øge bevidstheden om eksistensen af reelle og relevante alternativer, og dermed bevidstheden om, at et VALG er muligt. Teorien omfatter fire strategier, som samfundet kan gøre brug af til dette formål.

Kapitel 3 uddyber Choice Awareness-teoriens fire strategier til at øge bevidstheden om VALG. Trin 1 er at sikre konkrete tekniske beskrivelser af reelle og relevante alternativer set i relation til de politiske mål. F.eks. når et kraftværkselskab foreslår at bygge et nyt kulfyret kraftværk, og politikerne skal tage stilling til, om det er en god eller en dårlig idé. Her bør politikerne sørge for at få beskrevet et eller flere alternativer. Alene eksistensen af alternativer ændrer beslutningen fra ”om kul er godt eller dårligt?” til ”hvilket alternativ er bedst?”. Trin 2 er at inddrage de politiske målsætninger systematisk i en samfundsøkonomisk vurdering af de opstillede alternativer. Som afhandlingens cases viser, er dette langt fra en selvfølge med de metoder, der typisk anvendes. Trin 3 er at identificere eventuelle barrierer og konflikter mellem, hvad der er samfundsøkonomisk ønskeligt og hvad der er selskabsøkonomisk muligt inden for den givne institutionelle opsætning, og at anvende denne viden til at foreslå konkrete virkemidler til den offentlige regulering. Trin 4 er at skabe opmærksomhed omkring den ”demokratiske infrastruktur” i form af bl.a. alle de udvalg, som producerer beslutningsgrundlaget i form af tekniske og økonomiske analyser.

Kapitel 4 beskriver energisystemanalysemodellen EnergyPLAN, som kan anvendes til at designe og analysere vedvarende energialternativer. Kapitlet omfatter en sammenligning med andre modeller og diskuterer med udgangspunkt i Choice Awareness-teorien, hvilke egenskaber der er vigtige, hvis sådanne modeller skal kunne anvendes på alternativer, der repræsenterer radikale teknologiske forandringer. Blandt andet fremhæves det som afgørende, at den eksisterende institutionelle organisation (f.eks. i form af en bestemt tilrettelæggelse af el-markedet) ikke er skræddersyet ind i modellen i et omfang, så modellen ikke kan bruges til at opstille andre løsningsforslag.

Kapitel 5 refererer og udleder essensen og synergien af 10 tidligere publice-rede energisystemanalysestudier af stor-skala integration af vedvarende energi i det nuværende energisystem. På baggrund af disse studier sammenfattes nogle metodiske konklusioner og en række konkrete anbefalinger til

det danske energisystem. Metodisk anbefales det at skelne mellem på den ene side det *mængdemæssige* problem at skabe årlig balance mellem produktion og forbrug af el, varme og brændsel (f.eks. biobrændsel eller brint til transport) og på den anden side det *tidsmæssige* problem at sikre, at el og varme produceres på de tidspunkter, hvor der er brug for det. Pointen er, at det mængdemæssige problem skal løses, *før* det tidsmæssige problem kan løses. Resultatet af de mange analyser fremhæver varmepumper og el til transport som de to afgørende teknologier i forbindelse med at løse det mængdemæssige problem, og viser, hvordan disse teknologier samtidigt kan løse det tidsmæssige problem bedre end egentlige energilagre. På den baggrund anbefales det at fokusere på konverteringsteknologier som de før nævnte frem for lagerteknologier som f.eks. CAES (Compressed Air Energy Storage) og brintlagre med tilhørende elektrolyseanlæg og brændselsceller.

Kapitel 6 refererer to energisystemanalysestudier af 100% vedvarende energisystemer i Danmark. Tilsammen fremlægges 5 varianter med mere eller mindre anvendelse af biomasse eller vindkraft samt med mere eller mindre vægt på besparelser og effektiviseringer. Analyserne understreger vigtigheden af at inddrage transportsektoren og viser, hvordan løsninger, der er baseret på el-køretøjer til sammenligning med biobrændstof, er langt mere effektive og medfører et mindre brændselsforbrug i det samlede system. Herudover fremhæver analyserne det principielle valg mellem, i hvor høj grad vi vil basere os på vindkraft eller på biomasse. En omfattende inddragelse af biomasse vil kræve væsentlige overvejelser ift. landbrugssektoren, mens en omfattende satsning på vindkraft medfører behov for betydelige energilagre med heraf følgende tab i energisystemet.

Kapitel 7 vender tilbage til diskussionen af Choice Awareness. Kapitlet referer 11 cases og udleder essensen og synergien ift., hvad der kan læres set i relation til Choice Awareness-teorien. Empirien understreger, hvor vigtig bevidstheden om de reelle valgmuligheder er, og viser, hvordan de bedste alternativer ikke genereres af sig selv. Typisk er det de eksisterende organisationer, der tager initiativ til konkrete projektforslag. Og sådanne organisationer foreslår teknologier, der passer godt ind i den eksisterende organisatoriske og institutionelle opsætning. Det ligger uden for deres virkelighedsopfattelse at fremkomme med alternativer, der medfører afgørende organisatoriske ændringer. Sådanne forslag må komme fra bevægelser, universiteter og almindelige borgere. Når de fremkommer, forsøger de eksisterende organisationer at fjerne dem fra den offentlige opfattelse af, hvad der er en reel valgmulighed. Dette sker med en bred vifte af mekanismer som f.eks. at udelade bestemte alternativer eller at tilbageholde data under henvisning til ”rigets sikkerhed”.

Kapitel 7 viser også, hvordan den praktiske anvendelse af cost-benefit-analyser og ligevægtsmodeller baseret på anvendt neoklassisk økonomisk teori ikke er i stand til systematisk at forholde sig til veldefinerede politiske målsætninger inden for økonomi og energi. Derfor fremkommer sådanne analyser typisk med irrelevante resultater og kontra-produktive anbefalinger. Samtidig illustrerer kapitlet, hvordan relevant viden kan tilvejebringes ved at anvende evalueringsmetoder (baseret på konkret institutionel økonomi), som systematisk inddrager og forholder sig til relevante politiske målsætninger. Dette emne kan være afgørende i samfundsøkonomiske vurderinger af radikale teknologiske forandringer.

Kapitel 8 vender tilbage til en samlet diskussion af de to emner Choice Awareness og vedvarende energisystemer. Udover en sammenfatning af afhandlingens emner og konklusioner i stil med indholdet af dette danske resumé udmøntes afhandlingen i et par principielle anbefalinger til den nuværende energipolitiske situation i Danmark.

Det ene emne, der tages op, er kulindustriens ønske om at investere store midler i nye kulkraftværker og CO<sub>2</sub>-lagring. Anbefalingen til politikerne er at kræve en ordentlig beskrivelse af de reelle og relevante tekniske alternativer. Dermed skal vi som samfund ikke diskutere, om det er godt eller skidt at bruge så eller så mange milliarder på denne løsning eller ej, men i stedet føre en diskussion af, hvilke alternativer der bedst opfylder vore politiske ønsker og målsætninger. Med udgangspunkt i energiselskabet DONGS forslag om at bygge et stort kulfyret kraftværk i Nordtyskland præsenteres i kapitlet en skitse til et alternativ baseret på kraft-varme og vedvarende energi.

Det andet emne, der tages op, er vindkraftudbygningen i Danmark. Det er planen at udbygge til havs frem for på land, selvom det sidste er den mest samfundsøkonomiske løsning. I den kollektive bevidsthed skyldes dette valg hensynet til de kommende naboer. Men valget af denne løsning kan også forklares ved, at store offshore vindmølleparker passer godt til de eksisterende energiselskaber, mens vindmøller til lands kræver en institutionel ændring, hvorved naboerne inddrages i ejerskabet. Anbefalingen til politikerne er at gennemføre de institutionelle ændringer, der skal til, så vi ikke udelukker de samfundsøkonomisk bedste løsninger. Tidligere tiders vindmølleregler (eventuelt i en moderniseret udgave) bør genindføres, så det igen bliver muligt for den enkelte borger at tjene penge på at være medejer og nabo til en vindmølle.