
En samfundsøkonomisk analyse af den forhøjede NOx-afgift



Speciale

Thomas Vestergaard Bengtsen

Samfundsøkonomi

Aalborg Universitet

2012

Vejleder: Frede Hvelplund

Titelblad

Projekttitel:	En samfundsøkonomisk analyse af den forhøjede NOx-afgift
Uddannelse:	Samfundsøkonomi (cand. oecon)
Uddannelsessted:	Aalborg Universitet
Udarbejdet af:	Thomas Vestergaard Bengtsen
Studienummer:	2007-1296
Vejleder:	Frede Hvelplund
Afleveringsdato:	10. december 2012
Afleveringssted:	Samfundsøkonomistudiet, Aalborg Universitet

Specialet har, uden bilag, et omfang af 175.602 tegn med mellemrum svarende til 73,17 normalsider (2400 tegn med mellemrum). Der er desuden vedlagt en dokumentations-CD, der indeholder udregninger, dele af den benyttede litteratur og dokumentation af interviews.

Forord

Dette speciale afslutter min uddannelse i Samfundsøkonomi (cand. oecon) ved Aalborg Universitet. Siden 5. semester har min akademiske interesse primært været rettet imod, hvorledes offentlig intervention kan skabe økonomisk vækst. Det har derfor været min ambition at finde et emne, der var i overensstemmelse med denne interesse samtidig med, at det ville kunne analyseres gennem tværfaglig brug af den viden og de erfaringer, jeg har fået gennem studiet samt studiejob og praktik. Med valget af den markant forhøjede NOx-afgift i forbindelse med finansloven 2012 som overordnet emne, mener jeg, at det er lykkedes at finde en højaktuel problemstilling, hvor der er et reelt behov for en analyse af den effekt og de konsekvenser, der kan forventes.

I analysen vil jeg trække på de kompetencer, jeg har fået igennem undervisning i mikro-, makro og miljøøkonomi samt finansiering og valgfag på MIKE-uddannelsen; sidstnævnte har et særligt fokus på sammenhængen mellem økonomisk vækst og innovationer. Kombinationen af disse fag vil give en bred og omfattende analyse af den forhøjede afgift.

Der skal lyde en tak til de virksomheder, der har taget sig tid til at deltage i mine cases og til de virksomheder, der af forskellige grunde ikke ønskede at deltage, men som stadig er kommet med værdifulde input og gode pointer. Det samme gør sig gældende for de interesseorganisationer, jeg løbende har haft kontakt til igennem specialeforløbet.

Endelig skal der lyde en tak til min vejleder, Frede Hvelplund, for gode diskussioner og kompetent sparring under specialeforløbet.

Abstract

The main purpose of this master's thesis is to conduct a socio-economic analysis of the potential consequences of the increased Danish tax on the emission of nitrogen oxide (NOx) emitted from stationary combustion. Furthermore an alternative tax based on a refunded payment (REP) system where the refund depends on the producers NOx-emission compared to their share of total energy production/usage is suggested; the aim is to secure economic incitement to reduce NOx through investment in reduction technology. The REP program is combined with a targeted financial support for R&D related to NOx-reduction. The two different tax models are analyzed through a welfare economic cost-benefit analysis, presentation of cases from relevant producers and an analysis of the potential for developing a Danish environmental technology industry based on solutions for NOx-reduction by public-private cooperation.

The cost-benefit analysis shows that if Denmark levies a tax on NOx-emission without the neighbouring countries follow suit the Danish welfare gains could be overlooked no matter which tax model is chosen. The welfare economic analysis focus on the health effects the reduction of NOx gives but the loss of Danish competitiveness is ignored although it should be included in the socio-economic analysis. The cases show that the producers with energy demanding production will experience a decline in competitiveness although the alternative tax model would reduce this loss. However, competitiveness should be analysed but from a sectorial and a national level; the decline of competitiveness in one sector could be off-set by an increase in another. This lead to an analysis of the potential for developing an industry based on NOx-reduction through public-private cooperation if the alternative tax-model is implemented.

The main result of the thesis is that there is a considerable socio-economics potential in NOx-reduction if the alternative tax-model is implemented. A prerequisite to maximize the welfare gains, reduce the loss in competitiveness and secure the development of a Danish industry within NOx-reduction is political action. The politicians should work for ambitious international NOx-reductions, e.g. within the EU; to secure the welfare gains from Danish NOx-reduction, and to ensure the export opportunities for Danish companies with competences within NOx-reduction.

1) Indledning	3
2) Problemfelt	4
3) Problemformulering	8
4) Metode	9
4.1 Operationalisering og afgrænsning	9
4.2 Data/empiri	12
4.3 Teoriparadigmer	12
5) Teori	13
5.1 Etablering af det samfundsøkonomiske overskud	13
5.2 Eksternaliteter	15
5.3 Introduktion til cost-benefit analysens elementer	17
5.4 Triple Helix – baggrund og anvendelsesmuligheder	19
5.5 Teorikritik	22
5.5.1 Neoklassisk økonomisk teori	22
5.5.2 Institutionel økonomi og triple-helix	23
6) Redegørelse	24
6.1 Kort om afgiftens indhold	24
6.2 Grønne afgifter i Danmark	26
6.3 NOx	27
6.3.1 Hvad er NOx?	27
6.3.2 NOx' skadelige effekt	28
6.3.3 NOx-udledning i et dansk perspektiv	28
6.3.4 NOx – transnational forurening	31
6.4 Eksempler på NOx-lovgivning	33
6.4.1 NOx-fonden – de norske erfaringer med en NOx-afgift	33
6.4.2 Fuld tilbageførsel af afgiften – Sveriges bud på en NOx-afgift	35
7) Samfundsøkonomisk analyse	37
7.1 Tilbageførsel af provenuet – en alternativ afgiftsmodel	37
7.1.1 Argument: Tilbageførsel af afgiften	38
7.1.2 Argument: Finansiering af finansloven	39
7.1.3 Argument: Udvikling af ny teknologi	40
7.2 Velfærdsøkonomisk analyse	40
7.2.1 Scenarier	42
7.2.1.1 Basisscenariet	42
7.2.1.2 Scenarie 1	43
7.2.1.3 Scenarie 2	43

7.1.2 Afgrænsning	43
7.2.3 Tidshorisont	44
7.2.4 Inputfaktorer.....	44
7.1.5 Opgørelse af netto-nutidsværdi.....	45
7.1.6 Delkonklusion	47
7.3 Cases – de budgetøkonomiske konsekvenser	48
7.3.1 Møldrup Varmeværk	48
7.3.2 Viborg Kraftvarmeværk	49
7.3.3 Affaldvarme Aarhus (forbrændingsanlægget).....	50
7.3.4 Cheminova.....	51
7.3.6 Dansk Teknologi A/S	52
7.3.7 Delkonklusion	54
7.4 Afgiften set i en triple-helix ramme.....	55
7.4.1 Politisk begrundelse for en alternativ NOx-afgift.....	55
7.4.2 Udviklingen af NOx-reducerende teknologi – kommercielt potentiale	56
7.4.3 Producenternes rolle	57
7.4.4 Universiteternes rolle	58
7.4.5 Statens rolle	60
7.4.6 Delkonklusion	63
8) Konklusion	64
9) Perspektivering.....	65
Litteraturliste.....	67
Datakilder	71
Bilag	72
Bilag 1 - Muligheder for reduktion	72
Bilag 3 - Handel med NOx - det amerikanske kvotesystem.....	76
Bilag 4 - Diskonteringsrenter.....	77
Bilag 5 – Detaljeret data for den danske NOx-udledning.....	78
Bilag 6 - Kontaktede producenter og interesseorganisationer i forbindelse med fremstilling af cases	81
Bilag 7 – Data for EU landenes udledning af NOx.....	81
Bilag 8 - Mail-korrespondance med Haldor-Topsøe	83
Bilag 9 - Gennemsnitlig vækst i produktiviteten i tre perioder 1971-2007	84

1) Indledning

Siden 1985 er den danske udledning af såkaldte nitrogenoxider (NO_x) mere end halveret; blandt andet gennem kraftige reduktioner i energisektoren. De danske grønne afgifter var allerede blandt de allerhøjeste i EU, men i forbindelse med forhandlingerne om finansieringen af finansloven for 2012 blev den siddende regerings forslag om at forhøje afgiften på NO_x-udledning fra de daværende 5,20 kr. til 25 kr. pr kg udledt NO_x vedtaget. Afgiften rammer kun såkaldte stationære udledere, hvilket betyder, at det er energiforsyningen og procesvirksomheder, der bliver hårdest ramt. Denne femdobling af afgiften blev mødt med stor modstand fra det danske erhvervsliv, der mente, at afgiften potentielt kunne have store konsekvenser for danske virksomheder. De blev sågar støttet af grønne interesseorganisationer såsom Concito og Det Økologiske Råd, der ikke mente, at afgiften var designet hensigtsmæssigt i forhold til hverken miljøeffekten eller danske virksomheders konkurrenceevne.

Yderligere var det analysemateriale, der lå til grund for vedtagelsen af forhøjelsen, tilsyneladende ikke særligt omfattende. Umiddelbart omfattede materialet således kun korte notater fra Skatteministeriet vedrørende de forventede provenueffekter, uden at der var lavet egentlige samfundsøkonomiske analyser af effekten. Medmindre formålet med afgiften vitterligt kun var at finansiere finansloven, var de reelle konsekvenser af forhøjelsen således ikke klarlagt i tilstrækkelig grad.

Formålet med dette speciale er derfor at lave en samfundsøkonomisk analyse af konsekvenserne forbundet med den forhøjede NO_x-afgift. Analysen er delvist baseret på Miljøministeriets (2009) anbefalinger, dog med tilpasninger, og vil foruden en analyse af den eksisterende afgift også bidrage med et alternativt bud på, hvorledes afgiften kunne sammensættes på en mere samfundsøkonomisk optimal måde. Der er herefter tale om en tredelt analyse, hvor delelementerne er en velfærdsøkonomisk cost-benefit analyse, cases fra relevante producenter og en analyse af (især) den alternative afgift set i et triple-helix perspektiv.

Analysen viser, at den forhøjede afgifts velfærdsøkonomiske gevinster muligvis er overdrevet og at den ikke sikrer et økonomisk incitament til at investere i NO_x-reduktion. Konsekvensen er en forringelse af den danske konkurrenceevne, hvilket på sigt vil forringe samfundsøkonomien. Løsningen er at ændre afgiften, så den blandt andet er baseret på en delvis tilbageførsel af afgiftsprovenuet på basis af, hvor gode virksomhederne er til at reducere NO_x i forhold til deres energiforbrug. Herudover skal offentlig-privat samarbejde underbygge det potentiale, der er for udvikling af danske miljøteknologivirksomheder med kompetencer indenfor NO_x-reduktion. På denne måde sikres det økonomiske incitament til reduktion i energitunge danske virksomheder, deres konkurrenceevne forringes ikke i samme grad og det er muligt at forbedre fundamentet for visse miljøteknologiske virksomheder. Samfundsøkonomisk vil en alternativ afgift således forbedre de samfundsøkonomiske konsekvenser af at forhøje NO_x-afgiften.

2) Problemfelt

I forbindelse med forhandlingerne om finansloven for 2012 fremsatte den siddende regering med Socialdemokraterne i spidsen et forslag om at hæve den såkaldte NOx-afgift¹. Forslaget betød, at afgiften ville femdobles fra de daværende 5,20 kroner per kilogram udledt NOx til 25 kroner per kilogram udledt NOx².

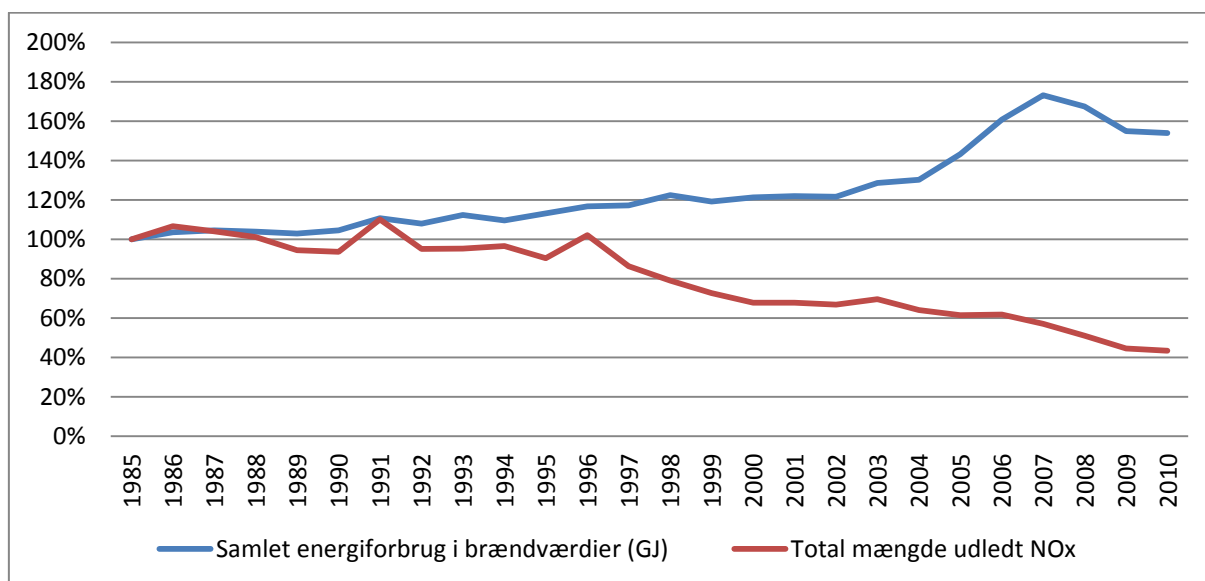
Efter længere tids forhandlinger blev finansloven vedtaget af regeringen og Enhedslisten. Dermed blev afgiften til trods for omfattende debat vedtaget, om end den først blev fastsat til at træde i kraft per 1. juli 2012 i stedet for, som først planlagt, 1. januar 2012. Afgiften er i første omgang rettet mod såkaldte stationære udledere, hvilket i praksis betyder, at det primært er industrien og energiproducenter, der rammes af den nye afgift.

Afgiften er et udtryk for et ønske fra regeringens side om at reducere udledningen af det skadelige stof NOx. Målet med afgiften er angiveligt at øge incitamentet til at implementere den nyeste forbrændingsteknologi eller substituere med en vedvarende energikilde for at reducere de skadelige effekter, der kan opstå som følge af NOx udslip³. Det lader dog til, at afgiften måske i højere grad kan forklares som en måde at sikre øgede skatteindtægter på.

Afgiften foreslås i øvrigt til trods for, at Danmark i 2010 kun marginalt lå over de fastsatte mål for den nationale udledning af NOx fastsat af EU igennem NEC-direktivet (128.772 vs. 127.000 tons)⁴, og at de nye mål frem mod 2020 endnu ikke er offentliggjort (Concito A 2011).

Den danske udledning af NOx fremgår af figuren nedenfor, der viser udviklingen i den totale mængde udledte NOx og forbruget af energi i brændværdier i Danmark i perioden 1985-2010 med 1985 som basisår.

Figur 1: Den totale mængde udledt NOx i Danmark (%) og den totale mængde forbrugt energi (%) 1985-2010



Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser (2012)⁵ og Danmarks Statistik - Statistikbanken

¹ NOx er en fællesbetegnelse for såkaldte NitroOXider.

² Afgiften på 5,20 kroner er forholdsvis ny og blev indført i 2010.

³ En nærmere beskrivelse af NOx' skadelige virkning kan ses i afsnit 6.3.2

⁴ Den danske udledning var 128.772 tons i 2010 (se afsnit 6.3.3)

Det ses, at den danske udledning af NO_x blev mere end halveret i perioden 1985-2010, og der har især siden 1995 været en markant nedadgående tendens i udledningen. Yderligere fremgår det af figuren, at NO_x-udledningen er blevet reduceret til trods for, at Danmark i samme periode markant har øget forbruget af energi⁶.

Debatten vedrørende afgiften har været båret af en debat politikerne imellem, men også forskellige virksomheder og interesseorganisationer har taget stilling til de forventede konsekvenser af afgiften. Debatten har været omfattende, da den ikke kun har været diskuteret i forhold til finanslovsforhandlingerne, men også som en del af forhandlingerne omkring det såkaldte energiforlig, der udstikker linjerne for, hvorledes fremtidens danske energiforsyning skal sammensættes. Nedenfor er de forskellige aktørers synspunkter præsenteret.

Oppositionen har forholdt sig meget kritisk til det oprindelige udspil til energiaftalen, hvor de finder omkostningsniveauet for højt, og i den forbindelse har de inddraget NO_x-afgiften som argument til trods for, at den i praksis ikke er en del af energiaftalen. Deres anke går især på, at det vil skade de danske produktionsvirksomheder og forbrugere med prisstigninger. Herudover er den sundhedsmæssige effekt af NO_x-afgiften angiveligt til at overse:

"Stigningen vil forringe vores konkurrenceevne og koste tusindvis af danske arbejdspladser"

(Torsten Schack Pedersen, MF for Venstre – Ingeniøren 22/12-2011)

"Tal fra Dansk Energi viser, at 90 procent af NO_x-forureningen i Danmark stammer fra udlandet. Dertil kommer, at den nye afgift kun berører stationære anlæg. Vi er nede på, at det er halvanden procent af den NO_x, der findes i Danmark, man lægger afgift på"

(Ole Birk Olesen, MF for Liberal Alliance – Ingeniøren 22/12-2011)

Regeringen har advokeret for, at en indførsel af en højere NO_x-afgift vil kunne forbedre miljøet ved at øge incitamentet til, at de, der bliver pålagt afgiften, vil reducere NO_x-udledningen; for eksempel gennem implementering af ny teknologi. Ligeledes vil de, der forurener mest, betale mest.

Nedenstående citater fra debatten illustrerer regeringens argumentation for, hvorfor afgiften på NO_x-udledning bør forøges.

"Vi har hørt på dommedagsprofetier og forkerte beregninger fra oppositionen om, hvad den nye afgift vil koste. Den nye afgift sikrer finansiering, og samtidig nedbringer den udledningen af NO_x. De virksomheder, der kommer til at betale mest, er så også de virksomheder, der udleder mest"

(Thomas Jensen, MF for Socialdemokraterne – Ingeniøren 22/12-2011)

"Vi forventer, at de samlede NO_x-udledninger fra stationære anlæg reduceres med en tredjedel. Det er ikke regeringens forventning, at afgiftsforhøjelsen i nogen nævneværdig grad vil føre til udflytning af virksomheder eller tab af arbejdspladser. Regeringen har valgt at benytte merprovenuet fra afgiftsforhøjelsen til kickstarten til gavn for vækst og beskæftigelse i Danmark"

(Thor Möger Pedersen, Skatteminister – Politiken 12/2-2012)

Regeringen har dog været splittet i forhold til NO_x-afgiften, og dette skyldes i høj grad lokale beskæftigelsesmæssige hensyn, hvor blandt andet politikere med forbindelse til det nordjyske område og der-

⁵ Detaljeret data for den danske NO_x-emission kan findes i bilag 2

⁶ Ved at benytte brændværdier tages bidraget fra vind- og vandenergi ikke med, da det ville have givet et misvisende billede

med Aalborg Portland, der er den største industrielle emittent i Danmark, har været modstander af den måde, afgiften er sammensat på.

"Med NOx-afgiften risikerer man at stå i en situation, hvor arbejdspladserne forsvinder, uden at det har den store effekt på miljøet"

(Rasmus Prehn, MF for Socialdemokraterne – Børsen 29/11-2012)

Rasmus Prehn foreslår i stedet, at afgiften pålægges andre emittenter. Netop en designændring af afgiften er noget, der er enighed om hos flere af debattens aktører. Det er i den forbindelse værd at bemærke, at Concito, der betegner sig selv som en grøn tænketank, og interesseorganisationen Dansk Energi er enige om, at NOx-afgiften er forkert designet i forhold til at opnå de største miljøgevinster.

Således opfordrer de til, at regeringen genovervejer måden, hvorpå de sammensætter afgiften og hvilke emittenter, den bør ramme. Ifølge dem er der tale om en afgift, der ikke har en tilstrækkelig miljømæssig effekt. Cheføkonom for Concito, Frans Clemmensen, har givet udtryk for, hvorfor de er enige med Dansk Energi:

"Nogle gange er vi enige med Dansk Energi, andre gange finder vi faktisk fælles fodslag. Og lige med denne afgift er vi rørende enige i, at regeringen bør have blik for det store miljømæssige billede og ikke kun på at få penge i statskassen"

(Frans Clemmensen, cheføkonom hos Concito – Information 8/12-2011)

Mere konkret går kritikken på, at det endnu engang er energiafgifter, der ses på for at skabe et øget skatteprovenu, og at de sektorer, der pålægges afgiften, ikke er hverken de største forurenere eller dem, der historisk set har foretaget de mindste reduktioner i udledningen⁷. De henleder i stedet opmærksomheden på især brændeovne, der ikke er afgiftspålagte og generelt ikke filtrerer røgen.

Ydermere vil afgiften ifølge Concito have en fordelingsmæssig skæv profil som en konsekvens af, at transportsektoren og især brændeovne ikke rammes af NOx-udgiften (Concito A 2011)⁸.

Dette synspunkt støtter Det Økologiske Råd, der, om end de grundlæggende støtter en afgift på NOx-udledningen, mener, at den kan konstrueres langt mere intelligent, så den sikrer et vist hensyn til erhvervslivet:

"NOx-afgiften kan gøres mere intelligent ved at tilbageføre dele af den til virksomhederne. På den måde tages der mere hensyn til de mest konkurrencepressede virksomheder - og opnås større miljøgevinst"

(Kåre Press-Kristensen, Civilingeniør hos Det Økologiske Råd - Politiken 12/2-2012)

"En tilbageførselsordning vil hjælpe på problemet med, at NOx vil ramme virksomhederne skævt – og forstærke deres incitament til at udlede mindre NOx"

(Keld Lauersen, professor ved Institut for Innovation og Organisationsøkonomi på CBS - Politiken 12/2-2012)

⁷ For en detaljeret oversigt over emittenter og udviklingen i deres respektive NOx-udledning i perioden 1985-2010 se afsnittet "NOx-udledning i et dansk perspektiv" nedenfor.

⁸ Motorbrændstof er af afgiftsteknisk grund faktisk omfattet af NOx-afgiften, men andre energiafgifter blev i samme ombæring reduceret således den samlede afgiftsbelastning forblev den samme.

Ideen om at tilbageføre midler til de afgiftsudsatte virksomheder støttes ligeledes af Peter Nedergaard, der er professor i international politisk økonomi ved Københavns Universitet. Ifølge ham bør hele provenuet fra en NOx-afgift tilbageføres til de ramte virksomheder (Politiken 2012).

Aalborg Portland er den største industrielle udleder af NOx i Danmark, og en forhøjelse af afgiften vil angiveligt forøge deres omkostninger med mange millioner kroner. Dette har ført til overvejelser omkring, hvorvidt det var en realistisk mulighed at fortsætte cementproduktionen i Danmark. Aalborg Portland mener, at man skal finde inspiration i de lande, der i forvejen har erfaring med NOx-afgiften, hvor der tages hensyn til energiintensive virksomheders konkurrenceevne:

"Denne afgiftsforhøjelse vil skade Aalborg Portland på et stærkt kritisk tidspunkt, hvor byggeriet i forvejen er meget lavt. Aalborg Portland vil derfor på det kraftigste anbefale, at Folketinget ændrer NOx-afgiftsforslaget, således at det ligesom i vores nabolande Norge og Sverige udformes på en måde, så det ikke belaster konkurrenceevnen for de energiintensive virksomheder"

(Henning Bæk, Aalborg Portlands koncerndirektør – Jyllandsposten 23/11-2011)

Henning Bæk tilføjer, at virksomheden allerede har investeret i NOx-reducerende teknologi, og det har været af et sådant omfang, at de ifølge ham modsvarer de bedste tilgængelige løsninger. Dette har medført en halvering af NOx-udledningen fra Aalborg Portland imellem 2006-2010.

Niels Hjort, der er senior vice president i Cheminova og formand for Dansk Procesindustri, er enig:

"Det betyder helt klart en forringelse af konkurrenceevnen. Hvorfor vil man købe noget, der er produceret til overpris i Danmark? De danske virksomheder har en meget stor afgiftsforskel fra nabolandene. Det skaber en ubalance inden for EU, når Danmark går enegang med de høje afgifter" (Niels Hjort, Senior Vice President i Cheminova – Berlingske Tidende 30/11-2011)

Ovenstående indikerer altså, at afgiften muligvis ikke er optimalt sammensat, hvis målet ikke kun er et øget skatteprovenu, men også en reel miljøgevinst. Samtidig lader der til at være ret forskellige opfattelser af, hvilke konsekvenser NOx-afgiften vil have for både miljøet og konkurrenceevnen for de virksomheder, der bliver pålagt afgiften. Til trods for dette lader der ikke til at være lavet deciderede undersøgelser af de samfundsøkonomiske konsekvenser ved forhøjelsen af afgiften.

Således er det primært notatudregninger af det potentielle provenu foretaget af Skatteministeriet, som har været det talmæssige grundlag for debatten, og reelle undersøgelser af afgiftens samfundsøkonomiske konsekvenser - og muligheder for forbedringer - har været ikke-eksisterende. Dette var i øvrigt også tilfældet i forbindelse med indførelsen af den oprindelige afgift. Det beslutningsgrundlag, som politikerne har ageret ud fra, har således ikke været optimalt.

3) Problemformulering

Specialet vil tage afsæt i de meget forskellige holdninger til afgiftens konsekvenser og give et bud på de samfundsøkonomiske konsekvenser og hvilke miljøforbedrende effekter, der kan forventes ved at implementere en forhøjet NOx-afgift. Dette vil blive suppleret med et forslag til en alternativ sammensætning af afgiften, der kan forbedre både de samfundsøkonomiske og miljømæssige konsekvenser samtidig med, at der tages hensyn til de danske virksomheders konkurrenceevne. Dette sker ved at sikre implementeringen og udviklingen af NOx-reducerende teknologi, samtidig med at konkurrenceudsatte virksomheder, og de virksomheder, der allerede har investeret i NOx-reducerende teknologi, tilgodeses:

"Hvilke samfundsøkonomiske konsekvenser vil femdoblingen af NOx-afgiften pr 1/7 2012 medføre, og er det muligt at optimere afgiften med hensyn til både de samfundsøkonomiske og miljømæssige konsekvenser?"

Denne problemformulering kræver, at der foretages en analyse på flere niveauer. Nedenfor er angivet de underspørgsmål, der undervejs vil blive besvaret for at kunne komme med et forslag til en alternativ afgift samt en samfundsøkonomisk vurdering af afgiften og dermed en konklusion på den opstillede problemstilling.

1. Hvorledes kan NOx-afgiften alternativt sammensættes, under hensyntagen til det ønskede skattemæssige provenu, for at opnå den største mulige gevinst, både hvad angår miljø- og erhvervseffekt?
2. Hvilke overordnede velfærdsøkonomiske konsekvenser vil en forhøjelse af NOx-afgiften have?
3. Hvilke konsekvenser vil det have for de producenter, der bliver påvirket af afgiften?
4. Er det muligt gennem offentlig-privat samarbejde at underbygge danske virksomheders kompetencer indenfor NOx-reducerende teknologi?

Hvordan problemstillingen og underspørgsmålene vil blive besvaret er gennemgået i afsnittet nedenfor, hvor specialets metodiske tilgang bliver introduceret.

4) Metode

I det følgende vil det blive gennemgået, hvorledes problemstillingen vil blive besvaret i forhold til både operationalisering af specialets problemstilling, afgrænsning samt den udvalgte data/empiri og endelig overvejelser omkring valg af teoriparadigme.

4.1 Operationalisering og afgrænsning

Som det fremgår af problemfeltet er der tale om en kompleks problemstilling, der ikke kun kan løses af et enkelt teoretisk redskab, da der blandt andet skal tages hensyn til både samfundets velfærd og konkurrenceevne når de samfundsøkonomiske effekter skal opgøres. Hensyn der ikke blev taget, da politikerne ud fra en ren finanspolitisk betragtning valgte at forhøje NOx-afgiften.

Inden den egentlige analyse vil der i afsnit 5 og 6 først blive præsenteret teori og data, der er en forudsætning for at forstå den senere analyse. I afsnit 5, der omhandler den benyttede teori, er det blandt andet teori relateret til cost-benefit analyse og miljøøkonomi samt triple-helix teorien. I redegørelsen i afsnit 6 bliver forskellige former for data vedrørende danske miljøafgifter, NOx-udledningen i Danmark og eksempler på andre landes erfaringer med NOx-regulering præsenteret.

Sidstnævnte vil sammen med notater fra interessereorganisationer indledningsvist i afsnit 7 blive benyttet til at konstruere et forslag til en alternativ afgift, der er sammensat på en samfundsøkonomisk mere optimal måde, og dermed besvares underspørgsmål 1.

Målet med de tre resterende elementer i afsnit 7 er at lave en såkaldt samfundsøkonomisk analyse af de to afgiftsmodeller konsekvenser. Ifølge Miljøministeriets "Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter" (2009) er formålet med en samfundsøkonomisk analyse:

Hovedformålet med at udarbejde samfundsøkonomiske analyser er at klarlægge konsekvenserne af offentlige tiltag. Det gøres typisk, før der træffes en beslutning om at sætte et tiltag i gang eller, når der skal vælges blandt flere tiltag. Samfundsøkonomiske analyser er med til at klarlægge og synliggøre konsekvenserne ved forskellige miljøtiltag, og dermed forbedre beslutningsgrundlaget.

Helt konkret foreslås det i denne vejledning, at en samfundsøkonomisk analyse indeholder tre elementer:

- Velfærdsøkonomisk analyse
- Budgetøkonomisk analyse
- Nationaløkonomisk analyse

Den velfærdsøkonomiske analyse har til formål at opgøre konsekvenserne for befolkningens velfærd ud fra en nyttebetragtning, mens den budgetøkonomiske sigter mod at afdække, hvem der står til vinde og tabe ud fra en ren økonomisk/finansiel betragtning. Deciderede nationaløkonomiske analyser bliver typisk brugt ved større indgreb; uden at større indgreb er nærmere defineret. Til en sådan natio-

nationaløkonomisk analyse anbefales det at benytte en såkaldt Anvendt Generel Ligevægtsmodel⁹, og brugen af denne vil kunne kompensere for det faktum, at den velfærdsøkonomiske analyse er en afgrænset, partiel analyse (Miljøstyrelsen 2005; Miljøministeriet 2009).

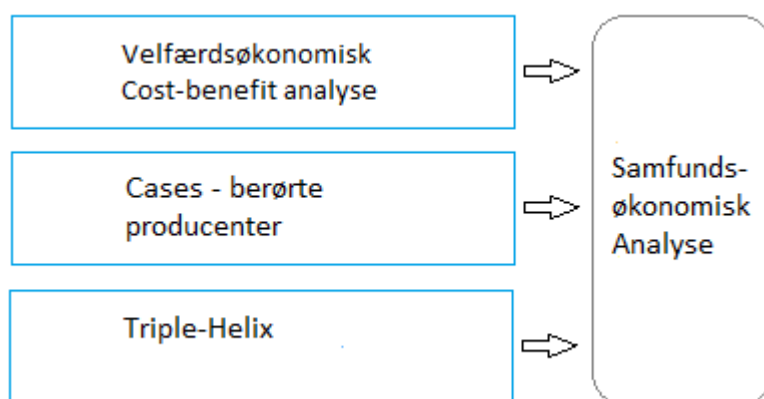
Analysen i dette speciale vil i nogen grad være opbygget efter denne ramme.

Der indledes med en velfærdsøkonomisk cost-benefit analyse af baseret på Miljøministeriets (2009) anbefalinger. Dermed besvares underspørgsmål 2 i problemformuleringen.

CBA'en kan dog ikke stå alene, og resultaterne vil blive nuanceret gennem case-beskrivelser, der skal besvare underspørgsmål 3. Disse cases vil præsentere konsekvenserne for producenter, der vil blive berørt af afgiften; hvad end det er på en positiv eller negativ måde. Casene træder således i stedet for en egentlig budgetøkonomisk analyse, da der forsøges at inddrage producenter, der repræsenterer både netto tabere og vindere ved afgiften.

Endelig vil en analyse med en dynamisk institutionel økonomisk tilgang i form af triple-helix teorien diskutere mulighederne for at fremme innovation ved brug af alternativt struktureret afgift. Det kan ses som et alternativ til en nationaløkonomisk AGL-model. Triple-helix tilgangen redegør for, hvorledes især den alternative afgift kan optimere samfundsøkonomien ved at forløse et kommercielt potentiale i forhold til udvikling og eksport af NOx-reducerende teknologier. Dette sker igennem et samarbejde imellem staten, universiteterne og producenterne. Hermed besvares underspørgsmål 4.

Figur 2: Delanalyserne der udgør den samfundsøkonomiske analyse



Kilde: Egen illustration

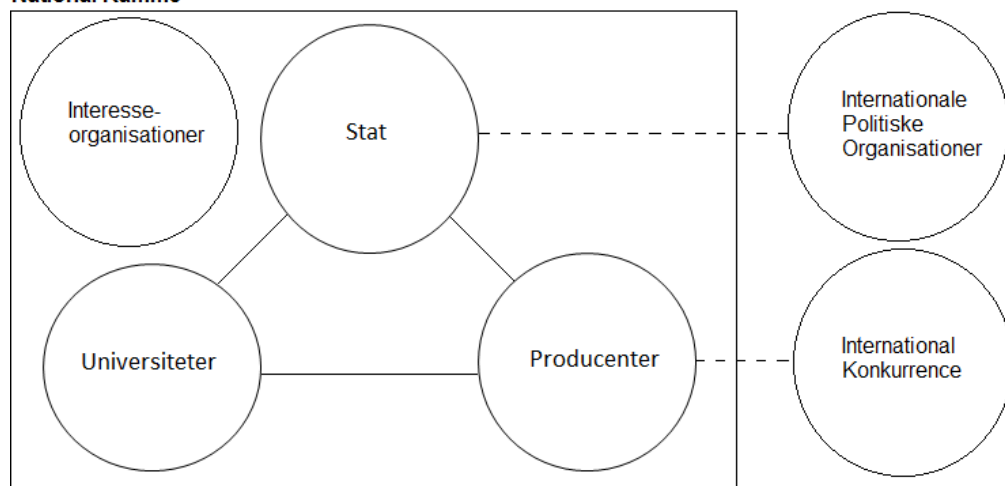
Hvert enkelt delelement af analysen har forskelligt fokus. CBA'en har til formål at belyse de direkte velfærdsøkonomiske effekter for danskerne, det der i figuren er betegnet som den nationale ramme, men den vil pga. NOx' egenskaber som en transnational forurening også indikere gevinsterne for områderne omkring Danmark. Herudover vil de velfærdsøkonomiske gevinster også blive set i forhold til de investeringer, som de danske virksomheder foretager i forbindelse med den alternative afgift.

Casene er medtaget for at have fokus på konsekvenserne for de afgiftspålagte producenter og få deres holdning til, hvorledes afgiften vil påvirke deres produktion og konkurrenceevne. Producenterne er således ikke en heterogen gruppe; det er muligt, at blandt andet procesindustriens konkurrenceevne forringes, mens virksomhederne med kompetencer indenfor NOx-reduktion styrkes.

⁹ Et eksempel på en AGL-model er DREAM (Danish Rational Economic Agents Model), der ofte anvendes af bl.a. DØR

Den alternative afgift, der bliver foreslået inden disse tre analyseelementer bliver gennemgået, vil i højere grad sikre den samlede konkurrenceevne. Interesseorganisationerne er derfor angivet som en interessant indenfor den nationale ramme, da de har en markant indflydelse på den alternative afgift, der opstilles inden den egentlige analyse.

National Ramme



Den velfærdsøkonomiske analyse har et statisk udgangspunkt og tager ikke hensyn til forskellige effekter på konkurrenceevnen afhængig af sektoren og de eventuelle dynamiske effekter af en given afgift. Cases fra blandt andet Cheminova og Dansk Teknologi A/S giver således et mere nuanceret billede af afgiftens effekt på konkurrenceevnen og producenternes adfærd, mens triple-helix giver mulighed for at illustrere de mulige dynamiske effekter af afgiften. Tilsammen er det hensigten, at analysens forskellige tilgange komplementerer hinanden og dermed klarlægger de samfundsøkonomiske konsekvenser af afgiften, og hvorledes den kan optimeres. Analysens resultat vil blive samlet i konklusionen.

11

4.2 Data/empiri

Der vil undervejs i specialet blandt andet blive præsenteret data for NO_x-udledning, men også de forventede reduktioner ved implementering af forskellige former for NO_x-reducerende teknologi bliver benyttet.

Data for emissionen af NO_x er indhentet fra Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), der er myndigheden med ansvar for indberetning af de danske emissionstal til internationale myndigheder. Der er dog kun officielle tal for NO_x til rådighed til og med 2010. Disse vil derfor udgøre grundlaget for redegørelsen, mens der i analysen vil blive benyttet en fremskrivning af den danske udledning af NO_x ligeledes foretaget af DMU.

Foruden data på den danske emission af NO_x vil der i bilag 1 blive præsenteret forskellige former for teknologiske løsninger til reduktion af NO_x, og de forventede reduktioner ved fuld implementering af løsningerne vil blive benyttet i CBA'en. Disse oplysninger vil primært være baseret på rapporten "En opdateret analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x" (2009), der er udarbejdet af COWI for Miljøstyrelsen¹⁰.

I forbindelse med den velfærdsøkonomiske analyse vil der foruden de teknologiske muligheder nævnt ovenfor blive benyttet den enhedspris på NO_x-udledningen, der er anvendt fra officiel side af Skatteministeriet (B 2011) og det forventede provenu (Skatteministeriet B 2012). Herudover vil der blive brugt de officielle værdier for blandt andet skatteforvridningseffekten og diskonteringsrenten.

Endelig er der også i forbindelse med specialet indsamlet empiri gennem personlige interviews og korrespondance med relevante producenter, der danner grundlag for cases fra relevante berørte producenter.

4.3 Teoriparadigmer

Alle samfundsvidenskabelige teorier er et forsøg på at sætte komplekse problemer ind i prædefinerede rammer. Det er en svær opgave, da øget formalisering og standardisering kan ske på bekostning af realisme og vice versa. Dette medfører, at valget af teori vil have betydning for de konklusioner, en analyse ender med, og det er derfor særdeles vigtigt at være bevidst om, hvilke teoriparadigmer, der benyttes og deres begrænsninger.

Dette speciales analyse benytter to overordnede økonomiske teoriparadigmer; neoklassisk og triple-helix. Det neoklassiske teoriparadigme vil være fundamentet for diskussionen omkring eksternaliteter og etablering af samfundsøkonomiske over-/underskud i forbindelse med den velfærdsøkonomiske analyse. Neoklassisk økonomi er baseret på visse skarpe antagelser omkring det økonomiske systems institutionelle ramme, hvilket betyder, at analysen skal foretages med visse forbehold. Det teoretiske udgangspunkt er således en ligevægt, hvor enhver prisændring forårsaget af staten vil have en forvridningsomkostning. Forvridningsomkostninger vil blive benyttet i cost-benefit analysen i forbindelse med scenarie 3.

¹⁰ I bilag 3 er der en gennemgang af de forskellige teknologier der ligger til grund for det benyttede reduktionspotentiale

Triple-helix teorien modellerer samspillet mellem staten, universiteterne og producenterne. Den kan ses som en afart af institutionel økonomi, da fokus i høj grad er på de rammer, som staten sætter for dette samspil. I denne teori er der ligesom i evolutionær økonomi et klart fokus på innovationer og teknologiske paradigmer som drivkraft for økonomisk vækst.

Triple-helix tilgangen vil blive benyttet i sidste del af analysen for at illustrere det erhvervsmæssige potentiale i Danmark, hvis udviklingen af NOx-reducerende teknologi understøttes. Svagheden ved triple-helix, men ret beset også dens styrke, er at den ikke er nær så formaliseret som neoklassisk teori.

En mere omfattende kritisk gennemgang af den anvendte teori bliver foretaget i afsnittet "Teorikritik" (5.3), og en længere gennemgang af de forskellige paradigmer er tilgængelig i bilag 1.

5) Teori

Dette afsnit vil introducere den benyttede teori, samt hvorfor og med hvilke forbehold den skal anvendes. Først vil baggrunden for estimering af det samfundsøkonomiske overskud blive gennemgået. Herefter vil begrebet eksternaliteter blive gennemgået herunder, hvorfor afgifter vælges som middel til at adressere problemet, samt en kort beskrivelse af alternative teoretiske løsninger.

Den benyttede neoklassiske teori er bygget op omkring visse skarpe forudsætninger, der sikrer en økonomi med fuldkommen konkurrence. Disse er listet nedenfor som beskrevet i Hvelplund (2005)

1. Forbrugere og producenter er komplet rationelle og har konsistente præferencer
2. Der er fuld information om varens pris og kvalitet
3. Varens pris er udtryk for alle varens omkostninger
4. Der er mange og uafhængige af hinanden købere og sælgere af et produkt
5. Producenterne maksimerer deres profit og forbrugerne maksimerer deres nytte.

Efter gennemgangen af neoklassisk teori, der primært er knyttet til den velfærdsøkonomiske cost-benefit analyse, vil de grundlæggende elementer i en cost-benefit analyse blive introduceret. Herefter præsenteres triple-helix teorien, og denne vil være basis for analysen af Danmarks potentiale for at udvikle særlige kompetencer indenfor NOx-reduktion. Slutteligt vil teorikritikafsnittet forholde sig kritisk til de valgte teorier og klarlægge deres begrænsninger.

5.1 Etablering af det samfundsøkonomiske overskud

Det teoretiske fundament for CBA er primært neoklassisk teori, der danner grundlag for estimeringen af overskuddet/underskuddet for de grupper, der vil blive påvirket af de analyserede projekter. Nedenfor er der en gennemgang af teorien i forhold til konsumenter, producenter og staten. Udgangspunktet er et marked med fuldkommen konkurrence med, hvad dertil hører af antagelser. Herudover er markedet afgrænset – der tages således ikke hensyn til international konkurrence.

Konsumentoverskuddet bruges som indikator for individers gevinster eller omkostninger ved gennemførelsen af et givent tiltag¹¹. Konsumentoverskuddet er defineret på følgende måde.

Efterspørgslen af et gode afhænger af godets pris, og hvor meget konsumenten ønsker at betale for et gode varierer. I takt med, at prisen falder, vil efterspørgslen af et gode stige, og efterspørgselskurven er dermed nedadgående.

Konsumentoverskuddet (KO) er så defineret som forskellen mellem den totale nytte (TN) fratrasket udgifterne til køb af goder ($P \cdot M^*$):

$$KO = TN - P \cdot M^*$$

I nedenstående figur ses det, at når prisen er fastsat til P^* , forbruger konsumenterne M^* mængde goder. Området **KO** er konsumenternes samlede overskud i forhold til prisen, da flere konsumenter har en betalingsvillighed, som er højere end markedsprisen. Det faktiske konsumentoverskud er så defineret som forskellen mellem de samlede gevinster og de samlede udgifter¹²:

Udover effekten på konsumenterne er det også relevant at klarlægge, hvorledes producenterne påvirkes af et tiltag.

Den enkelte producent vil producere, når prisen, der er lig de marginale omkostninger på et marked med fuldkommen konkurrence, overstiger de gennemsnitslige variable omkostninger (GVO). For at få udbudskurven for hele markedet laves en summering af de enkelt producenters kurver. Det ses i figur 5.2, at udbudskurven **U** er opadgående; jo højere pris, jo større udbud af et givent gode.

Området over udbudskurven angiver producentoverskuddet (PO), mens området under angiver de totale variable omkostninger for producenterne. Producentoverskuddet er dermed defineret som det samlede salg fratrasket de totale variable omkostninger:

$$PO = P \cdot M^* - TVO$$

En reduktion af prisen vil reducere producentoverskuddet og vice versa.

Kombineres konsument- og producentoverskuddet fås det såkaldte samfundsøkonomiske overskud¹³.

$$SO = KO + PO$$

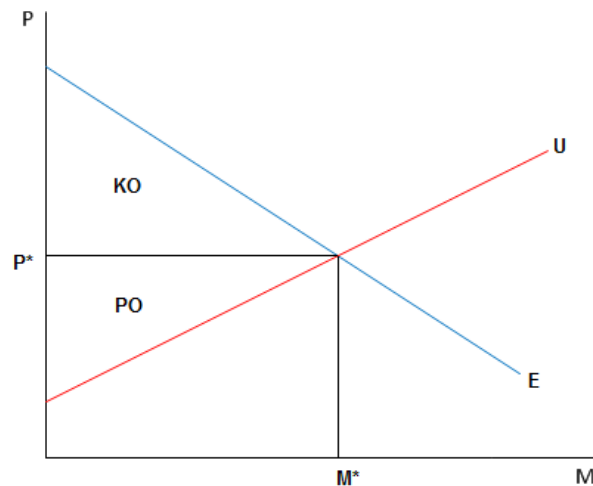
Grafisk illustreres dette ved at kombinere efterspørgsels- og udbudskurven, hvor førstnævnte er udtryk for marginale gevinster og sidstnævnte for marginale omkostninger. Skæringen mellem kurverne er derfor udtryk for, at de marginale gevinster er lig de marginale omkostninger, hvilket giver det socio-økonomisk optimale punkt. Dette produktions og forbrugsniveau er således paretoefficient. (Boardman et al 2011).

¹¹ I praksis kan overskuddet afdækkes ved forbrugernes estimerede betalingsvillighed.

¹² I det følgende vil de engelske forkortelser blive brugt som grundlag for formlerne.

¹³ Frit oversat fra "social surplus".

Figur 4: Det samfundsøkonomiske overskud



Kilde: Egen illustration med forlæg fra Boardman et al (2011)

Staten generer sit finansielle råderum ved opkrævning af skatter. Dette vil teoretisk have en negativ effekt på det samfundsøkonomiske overskud i form af såkaldte skatteforvridninger, der giver et velfærdstab. I figur 5 i næste afsnit svarer det til områderne B og F. Ligningen ovenfor er udtryk for en idealsituation – i praksis vil der ofte være forvridende skatter.

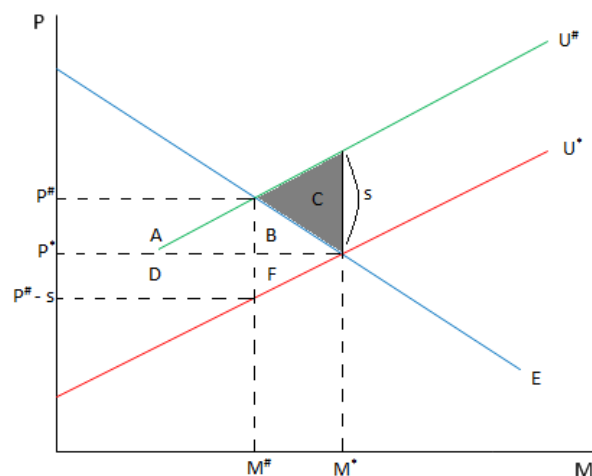
5.2 Eksternaliteter

Rationalet bag at pålægge udledningen af NO_x en afgift kan forstås ud fra det mikroøkonomiske begreb eksternaliteter. Eksternaliteter beskriver, hvorledes negative eller positive effekter for tredjeparter, ved for eksempel produktion, ikke er internaliseret i prisen for et givent gode.

I forhold til forurening er der tale om en negativ eksternalitet og nedenfor vil dette blive forklaret.

Udbudskurven benævnt U^* nedenfor er udtryk for en virksomheds marginale omkostninger, uden at der er taget højde de negative eksternaliteter, som fremkommer ved produktionen af et givent gode. Indregnes derimod de reelle omkostninger, som følge af forureningen, rykkes udbudskurven til $U^\#$.

Figur 5: Udbudskurver med og uden eksternalitetsomkostninger



Kilde: Egen illustration med forlæg fra Boardman et al (2011)

Afstanden mellem disse to udbudskurver er angivet ved s , der indikerer afgiftens optimale størrelse, hvor alle eksternalitetsomkostninger er internaliseret. Figuren ovenfor illustrerer, at i visse tilfælde vil markedet sætte en pris på et givent produkt, der er for lav i forhold til de reelle samfundsøkonomiske omkostninger på produktionen. Således er den optimale mængde at producere $M^{\#}$ i stedet for M^* . Det samlede samfundsøkonomiske tab ved dette produktionsniveau kaldes dødvægtstabet og er angivet som området C i figuren.

Eksternaliteter fordrer markedsintervention fra statens side, og dette kan gøres ved at pålægge produktionen en skat, i dette tilfælde en afgift på udledningen af forurenende stoffer. Det optimale er at fastsætte skatten på et sådant niveau, at den til fulde tager højde for eksternaliteternes omkostninger. I figuren ovenfor vil det svare til, at skatten bliver fastsat til afstanden s , og den medfølgende prisstigning vil medføre, at udbudskurven forskydes fra U^* til $U^{\#}$. således, at den samfundsøkonomiske optimale mængde $M^{\#}$ bliver produceret¹⁴.

Gevinster og omkostningerne/tabene efter indførslen af en afgift er ikke ligeligt fordelt mellem de forskellige parter. Således vil prisstigningerne medføre, at konsumenterne betaler mere for mindre; hvilket giver et konsumenttab svarende til A og B .

Tabel 1: Oversigt gevinster og omkostninger ved en eksternalitetskompenserende afgift

	Gevinster	Tab
Konsumenter	-	$A + B$
Producenter	-	$D + F$
Tredje part	$B + C + F$	-
Skatteprovenu	$A + D$	-
Samfundsøkonomisk gevinst	C	-

Herudover vil producenterne afsætte en mindre mængde af det givne gode og opleve et tab svarende til området D og F i figuren som følge af et reduceret antal solgte goder. Tredjeparten, eller den forurettede part, oplever derimod en gevinst svarende til reduktionen områderne B , C og F , mens staten som følge af øget skatteprovenu får en gevinst i form af områderne A og D . Det endelige teoretiske samfundsøkonomiske resultat er altså, at området C er et udtryk for et samfundsøkonomisk overskud som følge af implementeringen af en skat, der skal sikre det optimale produktionsniveau under hensyntagen til eksternaliteter (Boardman 2011; Varian 2006; Bhattacharyya 2011)

Et alternativ til at pålægge selve udledningen en afgift er at fastsætte en mængdebegrænsning. Udfaldet i form af det etablerede produktionsniveau vil være det samme som ved at pålægge en afgift, men den vil have en anderledes fordelingspolitisk konsekvens. Således vil provenuet i stedet tilfalde producenterne (Bhattacharyya 2011).

En tredje mulighed i forhold til at reducere negative eksternaliteter er at skabe et marked for handel med forurening¹⁵. Dette gøres ved, at der fra det offentliges side sættes et overordnet mål for udledning af et givent stof; det kunne for eksempel være for en 4-årig periode, og for hver ny periode

¹⁴ Hvorvidt den forhøjede afgift er udtryk for et teoretisk optimalt niveau vil senere blive diskuteret.

¹⁵ Dette system kendes fra USA, hvor der foregår handel med SO_x og NO_x udledning samt EU, hvor handel med CO₂-kvoter har været muligt i flere år.

reduceres antallet af tilgængelige kvoter. Herefter uddeles der kvoter (forureningstilladelser) til de berørte emittenter/producenter, og hvor store kvoter de forskellige bør have baseres på historiske udledningstal. Ofte vil der være tale om emittenter af en vis størrelse, da kvotesystemet kræver, at der bliver foretaget en opgørelse af de årlige emissioner. Opgørelsen muliggør 3 ting:

- Mulighed for at påføre emittenterne en straf i form af for eksempel en bøde, hvis de ikke overholder kvoten.
- Emittenten kan i markedet sælge ubrugte kvoter
- Forholdet mellem årlig emission og kvoteprisen kan danne grundlag for emittentens beslutning om, hvorvidt udledningen skal reduceres, eller der skal indkøbes ekstra kvoter.

Bilag 5 forklarer, med udgangspunkt i de amerikanske erfaringer, kvoteregulering af eksternaliteter nærmere.

5.3 Introduktion til cost-benefit analysens elementer

En cost-benefit analyses (CBA) formål er at opgøre samtlige omkostninger og gevinster ved et givent tiltag. CBA anvendes på mange forskelligartede områder lige fra miljøområdet til sundhedsvæsenet. Intentionen er, at analysen sikrer, at et samfunds begrænsede ressourcer konstant bliver anvendt på den mest optimale måde.

Det afgørende er, at de elementer, der indgår i analysen kan værdifastsættes, således at ændringerne kan opgøres i en monetær værdi. I miljøøkonomiske analyser benyttes enhedspriser, der er fastsat centralt i for eksempel Transport- eller Miljøministeriet¹⁶. Enhedspriserne er opgjort som individets betalingsvillighed. I henhold til mikroøkonomien introduceret ovenfor, så er betalingsvilligheden en proxy for den nytteændring, der er forbundet med for eksempel forurening. Miljøministeriet (2009) anbefaler, at enhedspriserne er baseret på følgende generelle effekter:

- Ændringer i risikoen for at pådrage sig forskellige sygdomme.
- Ændringer i risikoen for at dø.
- Ændringer i støjniveauet (udbuddet af stilhed).
- Ændringer i udbuddet af rekreative muligheder og herlighedsværdier.
- Ændringer i udbuddet af ikke-brugsværdier

Således vil den enhedspris, der senere tilknyttes værdien af NOx-reduktionerne i forbindelse med afgiften, være udtryk for NOx' effekt på ovenstående områder.

Selve CBA'en udformes som en betalingsrække, der strækker sig over en given tidsperiode. Ofte vil der være høje investeringsomkostninger i starten, hvorimod gevinsterne vil være fordelt udover hele perioden; hertil kan komme løbende drifts- eller vedligeholdelsesomkostninger. For at kunne sammenligne omkostninger og gevinster for et tiltag uafhængigt af tid benyttes diskonteringsformlen (Jespersen 1998)¹⁷:

¹⁶ Er det ikke muligt at fastsætte enhedspriser kan man benytte såkaldte skyggepriser, der er udtryk for hvad det vil koste at udbedre konsekvenserne ved en ændring af miljøet; for eksempel øget emission af NOx.

$$NNV = \sum_{t=1}^n \frac{G_t - O_t}{(1+r)^t}$$

Her angiver NNV nettonutidsværdien, der er en summering af hvert enkelt års (t) gevinst (G) fratrullet omkostningerne (O), diskonteret med kalkulationsrenten/diskonteringsrenten (r). Dette gøres for hele perioden (n), som tiltaget løber over.

En positiv diskonteringsrente sikrer, at nutidig nytte bliver tillagt større vægt end fremtidig. Der er umiddelbart to overordnede grunde til dette. For det første antages det, at forbrug (nytte) er af større værdi i dag fremfor i morgen af den simple årsag, at fremtiden er usikker. For det andet antages det, at der vil være konstant teknologisk fremgang, og at kommende generationer derfor vil være bedre stillet økonomisk end tidligere generationer. Det skal således også med i betragtningen, når der skal vælges diskonteringsrente, da det kan virke mærkværdigt, at den nutidige generation betaler for et givent tiltag, når en fremtidig generation vil være bedre i stand til at finansiere og udføre det. Dette sikrer altså, at der i nogle sammenhænge ikke vil blive lagt et for stort eller urimeligt ansvar på den nuværende generation til at finansiere tiltag, der genererer fremtidig nytte for samfundet (Jespersen 1998).

Diskonteringsrenten kan dermed ses som et bindeled imellem generationer. Jo større diskonteringsrente, jo større hensyn tages der til nuværende generation og vice versa. Det er derfor klart, at størrelsen af den benyttede diskonteringsrente vil have markant indflydelse på resultatet af den pågældende CBA. Den officielle diskonteringsrente fastsættes af Finansministeriet og har i mange år været på 6 % i Danmark¹⁸, men er for nylig blevet nedsat til 5 %¹⁹ (Det Økologiske Råd 2011 A). I bilag 2 er det illustreret grafisk, hvor stor en betydning det har, hvilket renteniveau, der benyttes. I eksemplet benyttes 5 % og 10 %. Herudover er der i samme bilag indsat en tabel, der viser hvilke diskonteringsrenter, der benyttes i andre sammenlignelige lande.

Diskussionen om variationer i diskonteringsrentens størrelse fører til endnu et vigtigt element i en CBA; følsomhedsanalysen²⁰. Ved en følsomhedsanalyse foretages en partiel analyse, hvor centrale eller særligt usikre elementer af CBA'en varieres. Det er her oplagt at variere den benyttede diskonteringsrente. Ud fra hensynet til miljøet og de kommende generationer kunne der argumenteres for at benytte en lavere rente, mens der ud fra hensynet til den nuværende generation og finanspolitiske begrænsninger kunne benyttes en større. Variationer i renten kan føre til vidt forskellige resultater. Et eksempel herpå er Det Økonomiske Råds analyse af 1990'ernes investeringer i vindmølleenergi. De har valgt at benytte en diskonteringsrente på 3 % i miljøøkonomiske analyser, men hvis de havde benyttet den officielle rente på 5 % ville resultatet af analysen være, at investeringerne ikke kunne betale sig (Concito 2011).

¹⁸ Det er her værd at bemærke, at der i Tyskland opereres med en markant lavere diskonteringsrente på 2,2 %.

¹⁹ Rent teknisk estimeres diskonteringsrenten ved analyser af historiske afkast på værdipapirer og prisen på lån. Den udtrykker således værdien af alternative investeringer. På grund af dens store effekt på CBA'ers udfald er det dog en interessant diskussion om den i stedet skulle være udtryk for politiske målsætninger og for eksempel være fastsat lavere ved miljøøkonomiske analyser. Der kan endda anvendes en negativ diskonteringsrente, hvis der kan argumenteres for at samfundet selv kan afgøre, hvor usikker fremtiden er. F.eks. vil miljøinvesteringer mindske risikoen for fremtidige klimaændringer, der kan have alvorlige følger og derfor bør der muligvis anvendes en negativ diskonteringsrente.

²⁰ Var der tale om en analyse baseret på flere antagelser kunne man desuden opstille worst-case og best-case scenarier.

Følsomhedsanalysen siger altså noget om robustheden af det opnåede resultat. En anden mulighed er at variere investerings- og driftsomkostningerne, hvis der er usikkerhed omkring disse. Det kunne for eksempel være tilfældet, hvis omkostningerne afhænger af udviklingen i energipriserne.

Endelig bør følsomhedsanalyse, ligesom CBA'er, generelt suppleres med kvalitative vurderinger af, hvor sandsynlige de forskellige scenarier er og hvilke anbefalinger, der kan gives på baggrund af analysen. Der skal her tages hensyn til de nogle af de elementer, der ikke kan kvantificeres på grund af usikkerhed eller begrænsninger af analysen i forhold til tid og økonomi (Miljøministeriet 2009; Arler 2006; Energistyrelsen 2005). I forhold til dette speciale kan delanalyserne i afsnit 7.3 og 7.4 ses som et kvalitativt supplement til den CBA'en.

Hvorvidt et givent tiltag skal gennemføres vil afhænge af, om det vurderes at sikre en effektiv allokering af et samfunds ressourcer. I neoklassisk økonomisk teori benyttes ofte det såkaldte pareto-efficiens begreb:

*"En økonomisk situation er pareto efficient, hvis det ikke er muligt at forbedre situationen for et individ uden at gøre den værre for et andet"*²¹

(Hal R. Varian - Intermediate Microeconomics (2006), side 306)

Det er dog i langt de fleste tilfælde umuligt at afdække de individuelle konsekvenser af et tiltag og derfor benyttes der i praksis i stedet det såkaldte potentielle paretoefficiens begreb, som bygger på Kaldor-Hicks kriteriet. Dette indebærer, at tiltag kun bør igangsættes, hvis det er *teoretisk* muligt for de individer, der får forøget velfærden af tiltaget, at kompensere de individer, som får reduceret deres velfærd. Dette betyder i realiteten, at tiltag kun bør igangsættes, hvis de har en positiv nettofordel. Dette kan forekomme som en selvfølgelighed, men pointen er, at et samfund, der konstant optimerer valget af tiltag ud fra et velfærdsøkonomisk perspektiv, over tid vil maksimere den samfundsmæssige nytte. Yderligere formodes det, at det ikke er de samme individer, som får en velfærdsgevinst ved alle tiltag, og derfor vil forskellene i velfærdsgevinster udlignes over tid. Selv hvis der sker en skævvridning af hvilke individer, der får velfærdsgevinsten, vil et samfund, som konstant optimerer nytten af tiltag kunne benytte omfordeling af goder som compensation (Boardman et al 2011).

5.4 Triple Helix – baggrund og anvendelsesmuligheder

I afsnittet, der omhandlede de benyttede teori-paradigmer, blev triple-helix tilgangen som teoretisk redskab kort berørt; nedenfor vil begrebet bliver nærmere gennemgået.

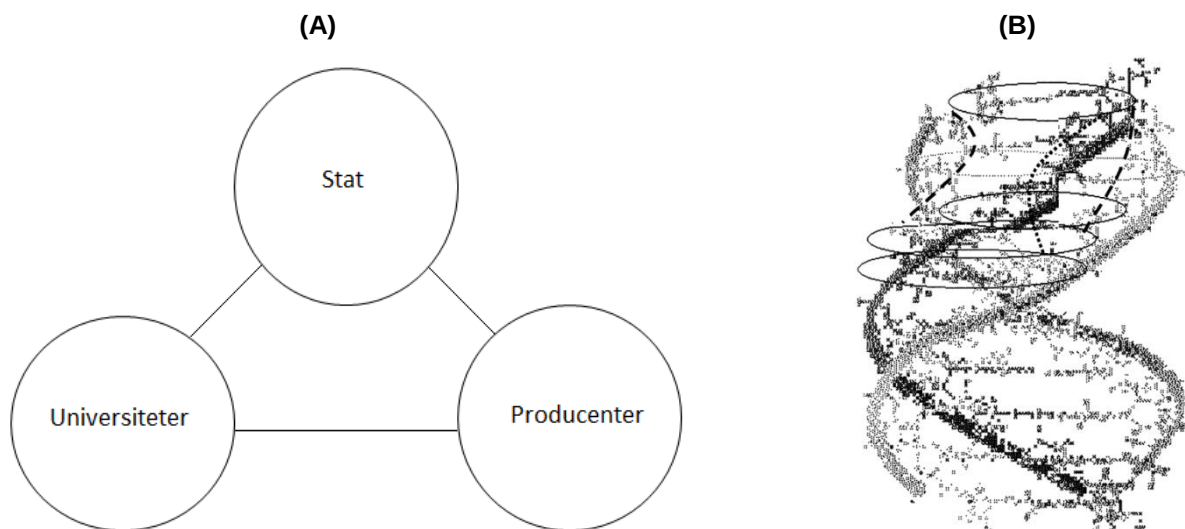
Triple-helix teorien er primært båret frem af Henry Etzkowitz og Loet Leydesdorffs arbejde. I midten af 1990'erne deltog de i workshops centreret omkring offentlig-privat samarbejde og formulerede triple-helix begrebet som en del af deres arbejde med en forestående konference, der blev afholdt under selvsamme navn. Triple-helix opstod som en kombination af Etzkowitz' interesse i universiteternes samspil med stat og producenter i et forsøg på at skabe (regional) vækst²² og Leydesdorffs interesse i evolutionær økonomi. (Leydesdorff 2012). De identificerede tre aktører i økonomien, der var og er afgørende for økonomisk vækst: universiteter, producenter og staten. Universiteter vil i det følgende

²¹ Oversat fra engelsk til dansk

²² Etzkowitz' har en bachelor i historie og herigennem fik han en interesse for Massachusetts Institute of Technology (MIT) rolle i Massachusetts økonomiske vækst fra 1920'erne og frem (Etzkowitz 2012)

blive brugt som synonym for vidensinstitutioner generelt; det udelukker således ikke for eksempel professionshøjskoler fra at indgå i et triple-helix samarbejde. Ligeledes kan staten optræde på både statsligt, regionalt samt kommunalt niveau, og der er ingen afgrænsning af de deltagende virksomheder i forhold til hverken sektor eller størrelse. Teorien kan siges at sætte den institutionelle ramme for analyse af innovationsprocessen, og analysen kan foretages på forskellige aggregeringsniveauer, eksempelvis internationalt, nationalt og regionalt (Leight 2011)

Figur 6: Aktørerne (A) og dynamikken (B) i triple-helix



Kilde: Etzkowitz og Leydesdorff (2000)

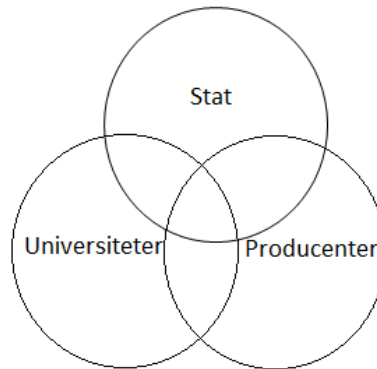
Triple-helix er baseret på en erkendelse af, at økonomien skal betragtes som et dynamisk system, hvor det er forandringerne, der skaber vækst, og hvor innovationer skaber forandringerne. Hver enkelt aktør spiller en rolle i triple-helix, og innovationsprocessen forstås ikke udelukkende som en lineær sammenhæng, forstået på den måde at det ikke er statslig finansiering, der fører til grundforskning, som kan anvendes hos producenterne. Der er derimod tale om et komplekst system, hvor alle aktører påvirker hinanden, og det er interaktionen/kommunikationen mellem dem, der skaber innovationer (Etzkowitz og Leydesdorff 2000). Denne dynamik er illustreret i figur B ovenfor, hvor interaktionen imellem aktørerne er illustreret. Cirklerne, der forbinder de forskellige aktører, er et udtryk for organisering af kommunikationen i mellem dem. Består et system kun af to aktører, et såkaldte dobbelt-helix, er der risiko for, at der opstår et "lock-in" på en bestemt teknologi.

Universiteternes rolle har ændret sig fra tidligere, hvor forskningen primært var dikteret akademisk snævert, til i dag, hvor den i højere grad er baseret på praktisk anvendelighed og tværfagligt samarbejde; fra såkaldt Mode 1 til Mode 2. I takt med, at viden bliver en stadig vigtigere del af innovationsprocessen, øges universiteternes betydning ligeledes (Etzkowitz 2008).

I figur A på forrige side er en såkaldt laissez-faire triple-helix model illustreret. I denne variant er det stadig industrien, der er den primære drivkraft bag innovation, mens staten og universiteterne indtager understøttende funktioner. Staten korrigerer således markedsfejl, mens universiteterne står for uddannelse samt grundforskning og industrien for den endelige kommerialisering af et produkt baseret på den nye viden. Hvorvidt aktørerne indgår i en mere struktureret form for samarbejde afgøres af, om der kan findes et fælles mål.

Etzkowitz forventer dog, at et succesfuldt økonomisk system vil øge integrationen imellem aktørerne, og i sidste ende opstår der hybridorganisationer, hvor de forskellige aktører har overlappende funktioner, og resultatet vil være etablering af nye virksomheder baseret på innovationer, der skabes i det overlappende tværfaglige felt (Etzkowitz 2008).

Figur 7: Idealintegration af aktørerne i triple-helix



Kilde: Etzkowitz (2008)

Eksempler på overlap er universiteternes rolle i formationen af nye start-ups og frembringelsen af innovationer med kommercialiseringspotentiale. Ligeledes kan producenterne varetage rollen som både grundforsknings- og uddannelsesinstitution, og staten kan agere som profitsøgende investor. Integrationen af aktørerne er dog en balancegang, da forskellene imellem dem er med til at sikre den grundlæggende dynamik, som er grundlaget for innovationsevnen i triple-helix systemet. En spin-off virksomhed funderet på universitetsforskning kan altså risikere at have for stort fokus på forskningsdelen af virksomheden og for lille fokus på de kommercielle aktiviteter. Disse start-up virksomheder tillægges dog stor værdi i triple-helix teorien, da de i særlig grad er i stand til at satse på ny teknologi og på denne måde diffundere viden skabt på universitetet ud til samfundet (Etzkowitz 2008)

Motivationen for alle aktører er dog i en eller anden grad profit. Staten investerer (måske) med et samfundsøkonomisk mål for øje. Universiteter kan være motiveret af at skabe viden i sig selv og få finansieret forskningen. Endelig er producenterne interesseret i at kommercialisere den nye viden med henblik på profit (Etzkowitz og Leydesdorff 2000; Etzkowitz 2008; Leight 2011).

Triple-helix tilgangen til innovationssystemet fordrer en aktiv politisk indsats, der udstikker rammen for aktørerne i systemet. Etzkowitz (2008) opstiller fem områder, som staten bør yde en indsats indenfor for at fremme innovationen i systemet:

- Staten yder garanti overfor private venturekapitalselskaber for at reducere usikkerheden og risikoen forbundet med investeringer i nye innovationer
- Skattesystemet skal benyttes til målrettet at tilskynde innovation
- Etablering af (hybrid)institutioner, der understøtter udviklingen af innovationer
- Sikring af juridiske institutioner
- Offentlig støtte til grundforskning, der kan understøtte en lineær innovationsmodel²³

²³ Opfindelse → Innovation → Diffusion

Disse områder vil danne fundamentet for den senere analyse af den danske stat, når muligheden for at udvikle NOx-reducerende teknologi i Danmark skal understøttes. Ligeledes vil der blive givet eksempler på, hvilke institutioner i Danmark, der bidrager til integrationen af aktørerne, og eksempler på hybridorganisationer opstået i spændfeltet imellem aktørerne.

5.5 Teorikritik

I afsnittet teoriparadigme blev nogle af svaghederne ved både neoklassisk og institutionel økonomisk teori kort berørt. I dette afsnit vil denne kritik blive konkretiseret, og fokus vil i særdeleshed være på neoklassisk teori.

5.5.1 Neoklassisk økonomisk teori

En forudsætning for at bruge en given teori er at kende dens begrænsninger, og i teoriansnittets indledning ovenfor blev de fundamentale antagelser, som neoklassisk teori er baseret på, introduceret.

De første to forudsætninger hænger i nogen grad sammen. Således kan det ikke forventes, at aktørerne i virkeligheden handler komplet rationelt, da der blandt andet imellem forbrugere og producenter stort set altid vil eksistere asymmetrisk information om et givent gode. Denne asymmetri opstår som følge af, at det ikke kan forventes forbrugeren besidder ekspertise indenfor alle de goder, der forbruges.

Dette "forværres" yderligere af, at varens pris ikke altid er udtryk for de reelle omkostninger, hvilket ellers er forudsætning tre. I forhold til dette speciale er det oplagt at inddrage forbruget af fossile brændstoffer som eksempel. Om end forbruget i nogen grad er afgiftspålagt, afspejler det nemlig ikke altid de estimerede reelle omkostninger ved forbruget²⁴; det kunne for eksempel være forureningskonsekvenserne ved forbrug af flybrændstof (Hvelplund 2005).

Forudsætning fire vil ofte være brudt. Dette skyldes, at nogle produkter kræver store kapitalinvesteringer, der begrænser adgangen for nye producenter, eller der kan være tale om naturlige monopoler. Førstnævnte kunne være i forhold til energiproduktion, og sidstnævnte er for eksempel forsyningsnettet.

Den femte forudsætning er relateret til, hvad der driver både producenterne og forbrugerne. Det er umiddelbart driftsøkonomisk logisk, at virksomhederne forsøger at optimere profitten i deres produktion. Yderligere er det svært at være uenig i, at forbrugerne ønsker at maksimere deres nytte. Det problematiske er, at hvis alle maksimerer deres nytte ud fra en given budgetrestriktion (indkomst), så er der tale om en samfundsøkonomisk optimal situation, men det er umiddelbart ikke det samme som en velfærdsøkonomisk optimal situation. Dette skyldes, at der antages aftagende marginal nytte ved øget forbrug. Således vil en krone mere til forbrug betyde mere i nyttemæssig forstand for en lavtlønnet sammenlignet en højt lønnet (Jespersen 1998). Dette er en pointe, der også er relevant i forhold til den estimering af nytte, der foretages i en CBA. Her antages det, at enhedspriserne på for eksempel vær-

²⁴ Miljøafgifter kan derfor ses som et forsøg på fra offentlig side at internalisere de reelle omkostninger ved forbrug af et givent gode.

dien af reduceret NO_x er et indirekte udtryk for den nyttegevinst, det enkelte individ i samfundet får ved en reduktion. Det vil dog betyde langt mere for en person med eksempelvis luftvejslidelser end en rask person. I neoklassisk teori foretages der uden videre en aggregering af de individuelle nyttefunktioner fra mikro- til makroniveau²⁵, da samtlige individuelle nyttefunktioner forudsættes at være afdækket. I virkeligheden vil det i en samfundsøkonomisk CBA være alt for omkostningstungt/urealistisk at afdække alle individers individuelle nyttefunktioner, og derfor er der en indbygget teoretisk brist i den måde, de foretages på. Konsekvensen er, at pålideligheden af en CBA reduceres i takt med, at indkomstuligheden i et samfund øges. I en dansk kontekst kompenseres der dog i nogen grad for dette problem på grund af den forholdsvis lave Gini-koefficient²⁶.

5.5.2 Institutionel økonomi og triple-helix

Hvad angår institutionel økonomi generelt er kritikken paradoksalt nok, at den mangler det, som neoklassisk teori har i overmål: et fælles teoretisk udgangspunkt. Et af de større problemer med at udbrede institutionel økonomi er, at der er forskellige holdninger til, hvad begrebet institutioner dækker over. Dermed er det svært at formulere en samlet teori for, hvad institutionel økonomi er, og denne tilgang fremstår dermed mere fragmenteret (Edquist og Johnson 1997). Dette medfører også, at det er sværere at formidle institutionel økonomi, hvad enten det er til studerende eller politikere, sammenlignet med neoklassisk økonomi, da sidstnævnte i højere grad fremstår som en eksakt videnskab på linje med fysik (Jespersen 2004).

I forhold til triple-helix teorien er et kritikpunkt, at der ikke i samme grad, som NSI tilgangen, tages højde for den såkaldte DUI-læring²⁷. Herudover tillægges universiteterne for stor kommerciel rolle, hvilket kan gå ud over deres selvstændighed. Det er muligt, at det vil gå udover vidensproduktionen, hvis universiteterne bliver fokuserede på en rolle som halv-kommerciel aktør. Universiteternes fokus bør i stedet være på problemorienteret læring, hvor teori og praksis kan kombineres, da det vil sikre innovationsevnen bedre (Lundvall 2007). Det er dog en sandhed med modifikationer, at det er ignoreret i triple-helix tilgangen, da Etzkowitz (2012) netop appellerer om en reform af universiteterne, men det er dog med det formål at bringe producenterne og universiteterne tættere sammen.

²⁵ I de fleste (engelsksprogede) lærebøger diskuteres dette skift fra mikro- til makroniveau ikke nærmere – overskriften ændres blot fra consumers surplus til consumer's surplus.

²⁶ Danmark havde således i 2010 den højeste indkomstlighed i OECD baseret på Gini-koefficienten (Finansministeriet 2010)

²⁷ National Systems of Innovation og Doing Using Interacting

6) Redegørelse

I redegørelsen vil der blive præsenteret baggrundsviden og data, der skal bruges for at forstå den senere analyse og de problematikker, der blev introduceret i problemfeltet. Indledningsvist vil afgiftens indhold blive introduceret, hvorefter det generelle afgifts- og skattetryk i Danmark kort vil blive gennemgået. Herefter kommer der mere specifik viden om, hvad NOx egentlig er, helbredssekvenserne og hvad der er afgørende for mængden af NOx i Danmark. Endelig vil der blive givet eksempler på tiltag, der er blevet sat i værk i andre lande for at reducere NOx-udledningen.

6.1 Kort om afgiftens indhold

Loven om afgifter på udledningen af kvælstofxider (NOx) blev vedtaget den 17. juni 2008 og afløste et kvotesystem, der havde været gældende siden 1987 for NOx-udledning²⁸. Sidenhen er der foretaget flere ændringer i 2009 og 2010. Den seneste ændring er den, som dette speciale beskæftiger sig med. Den indebærer, at udledningen af NOx fra såkaldte stationære udledere bliver markant forhøjet pr 1. juli 2012. Hvorledes afgiften udvikler sig som følge af lovændringen fremgår tabel 2²⁹.

Tabel 2: NOx-afgiftens udvikling i henhold til det vedtagne ændringsforslag

Afgiftsperiode	Afgift pr kg NOx
1/1-2011 til den 31/12-2011	5,1 kr. pr kg NOx
1/1-2012 til den 30/6-2012	5,2 kr. pr kg NOx
1/7-2012 til den 31/12-2012	25,0 kr. pr kg NOx
1/1-2013 til den 31/12-2013	25,5 kr. pr kg NOx
1/1-2014 til den 31/12-2014	25,9 kr. pr kg NOx
1/1-2015 og herefter	26,4 kr. pr kg NOx

Kilde: Skatteministeriet A (2011)

Afgiften bliver altså cirka 5 gange højere indenfor en relativt kort tidsperiode. Endvidere bliver afgiften første gang fremsat som forslag den 21. november 2011, vedtaget den 21. december og, som tabellen viser, træder den i kraft et halvt år efter.

Det fremgår af tabellen, at afgiften er indekseret frem mod 2015, hvilket betyder, at den justeres i forhold til den forventede prisudvikling; i dette tilfælde er den fastsat til 1,8 % årligt.

Foruden de omkostninger, der er direkte knyttet til afgiftssatsen, indeholder lovændringen også ændrede regler for måling af NOx-udslippet, hvilket kræver nyt måleudstyr. Yderligere nedsættes grænsen for lovpligtig måling fra de tidligere 30MW til 10MW, hvilket øger afgiftsgrundlaget med hele 2.000 tons NOx, hvilket bevirker, at det samlede afgiftsgrundlag, baseret på de emittenter, som foretager målinger, er 23.800 tons NOx og 37.100 tons NOx i alt.

²⁸ Der var ikke etableret et kvotehandelssystem

²⁹ Lovændringen i sin fulde form er at finde på den vedlagte dokumentations-CD.

Det forventede merprovenu som følge af afgiftsændringen, afhængig af hvilke effekter, der medtages, fremgår af tabel 3³⁰.

Tabel 3: Merprovenu som følge af den forhøjede NOx-afgift (mio. kr)

	Varig virkning	2012	2013	2014	2015
A: Umiddelbart merprovenu	680	730	710	695	680
B: Umiddelbart merprovenu inkl. momseffekt	755	810	790	770	755
C: Umiddelbart merprovenu korrigeret for tilbageløb	510	550	535	520	510
D: Umiddelbart merprovenu korrigeret for tilbageløb og adfærdsændringer	215	230	225	220	215
E: Umiddelbart merprovenu efter adfærdsændringer inklusive arbejdsudbudseffekter	195	210	205	200	195

Kilde: Skatteministeriet A (2011)

Øverst i tabellen, i række A, er angivet det merprovenu, der forventes uden indregning af effekter. Afgiften medfører, at prisen på fossile brændsler stiger, og dette forventes at overvæltes til forbrugerne, hvilket medfører øget momsindtjening for staten. I række C korrigeres der for, at prisforhøjelsen vil reducere forbruget af andre varer og formindske virksomheders skattepligtige overskud. I række D medtages såkaldte adfærdsændringer primært relateret til, at de højere priser får forbrugerne til at ændre forbrugsadfærd, hvilket reducerer indtægterne fra energiafgifter og CO₂-afgifter. Endelig er der i række E angivet det forventede provenu, når der tages højde for både adfærdsændringer og de effekter prisstigningen har på arbejdsudbuddet. Række E angiver med andre ord den forventede reelle forøgelse af statens budget. Det er værd at bemærke, at der kun er tale om merprovenu; det er således stigningen fra 5,20 til 25,0 kr pr kg udledt NOx effekt. I forbindelse med CBA-analysen vil det samlede provenu dog blive benyttet (Skatteministeriet A 2011)

Forskellige dele af samfundet bliver belastet forskelligt, hvilket fremgår af hvordan det umiddelbare merprovenu ved beskatning af 37.100 tons NOx fordeles på forskellige sektorer:

Tabel 4: Afgiftens umiddelbare merbelastning fordelt på forskellige sektorer

	Mio. kr.	Procentvis andel
Kraftvarme- og affaldsværker	140	19,0
Elkunder	65	8,8
Varmekunder	200	27,2
Virksomheder og husholdningers brændselsforbrug	330	44,9
I alt	735	100

Kilde: Skatteministeriet A (2011) og egne beregninger

³⁰ Det samlede provenu er estimeret til 900 mio. kr i 2013 jf. afsnit 7.1.2

Yderligere vurderes det, at administrative omkostninger, herunder indberetning, og investeringer i nyt udstyr forbundet med ændrede måleregler ligeledes udgør en nævneværdig udgift. Om end der ikke er sat beløb på, er det således vigtigt at have in mente, når konsekvenserne af afgiften skal vurderes.

6.2 Grønne afgifter i Danmark

For at kunne forstå NOx-afgiftens betydning for de afgiftspålagte producenter bør den ses i forhold til det eksisterende afgiftsniveau. Danmark er generelt det, der kan betegnes som et højskatteland. Det generelle skattetryk var således i 2010 det højeste i EU, tæt forfulgt af Sverige, og nedenfor er det sammenlignet med udvalgte EU-lande.

Tabel 5: Forskellige afgiftsindikatorer for Danmark og udvalgte EU-lande

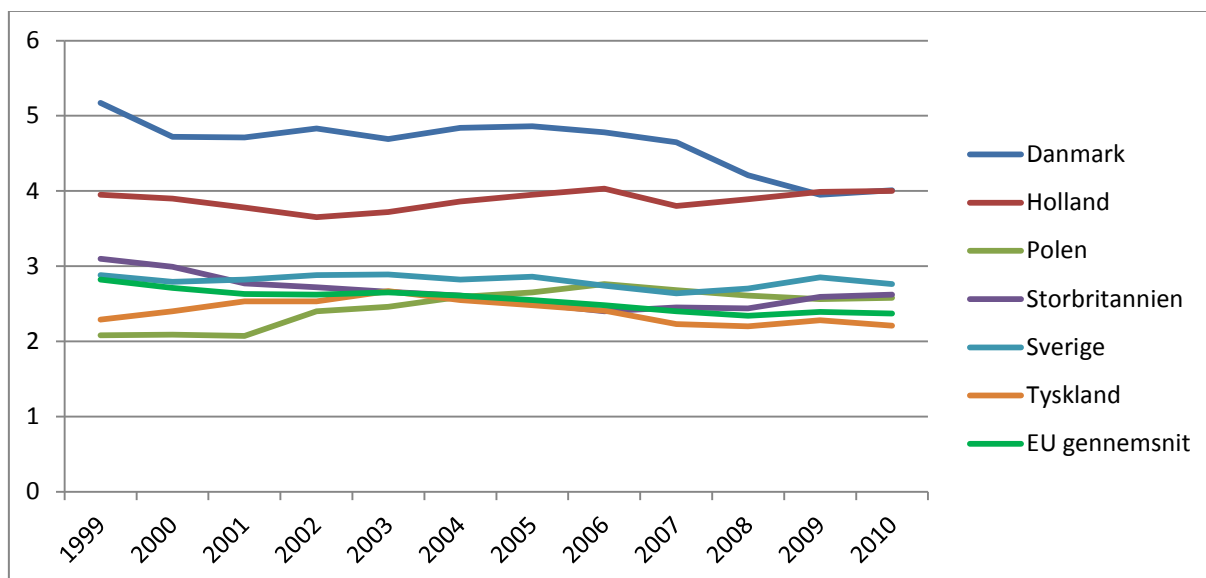
	Skattetryk som pct. af BNP (2010)	Energiafgifter i pct. af BNP (2010)	Det samlede provenu fra afgifter på energi i forhold til det endelige energi- forbrug kr/GJ (2008)
Danmark	48,2	2,1	55,30
Holland	39,1	1,9	39,34
Polen	34,3	2,3	23,45
Storbritannien	37,3	1,8	39,09
Sverige	47,1	2,2	38,95
Tyskland	39,2	1,8	37,03
EU gennemsnit	37,0	1,8	28,42

Kilde Skatteministeriet A (2012)

Ud af det samlede skattetryk på 48,2 % af BNP udgjorde energiafgifterne i 2010 2,1 % - svarende til små 5 % af det samlede offentlige budget. Det ses yderligere, at energiafgifterne som sådan ikke er markant højere sammenlignet med andre EU-lande i pct. af BNP, men det befinder sig alligevel 0,3 procent over EU-gennemsnittet. For konkurrenceudsatte virksomheder er det dog interessant, hvor meget der betales i mere sammenlignelige tal. I Danmark var prisen således 55,30 kr. pr GJ anvendt energi, og det er markant over EU-gennemsnittet samt niveauet i sammenlignelige lande, såsom Tyskland og Sverige.

Det er ikke kun energiafgifterne isoleret set, der er interessante. Danske virksomheder og danskerne er således også pålagt afgifter på transport og miljø (herunder NOx) – tilsammen udgør disse tre elementer de såkaldte grønne afgifter.

Figur 8: Udviklingen i grønne afgifter i Danmark og udvalgte EU-lande 1998-2010 (pct. af BNP)



Kilde: Eurostat 2012

Det fremgår af figuren, at de danske grønne afgifter har varieret imellem 5 % og 3,9 % af BNP - faldet siden 2007 tilskrives dog især en tilbagegang i antallet af solgte biler og skattestoppets effekt på visse afgifter (Skatteministeriet A 2012). Bortset fra Holland ligger de danske grønne afgifter markant over EU-niveauet og igen ses det, at de udgør en markant større andel af BNP sammenlignet med Sverige og Tyskland.

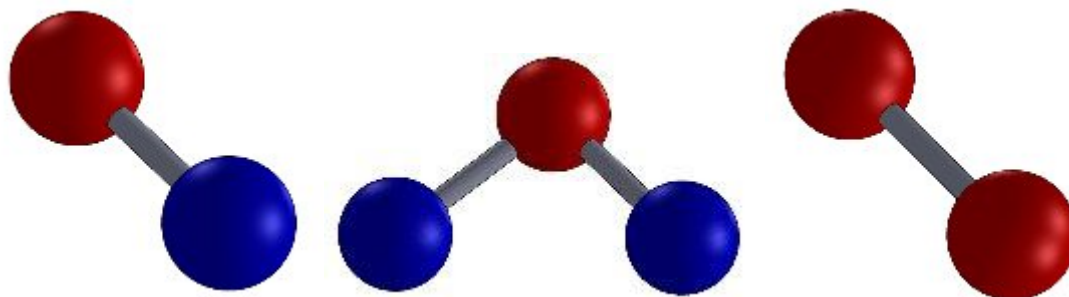
6.3 NOx

I dette afsnit vil der blive redegjort for hvad NOx er, hvilke u hensigtsmæssige konsekvenser udledningen af NOx har, og hvordan den danske situation egentlig er både med hensyn til historisk og aktuel udledning, samt udlandets betydning for mængden af NOx i Danmark.

6.3.1 Hvad er NOx?

NOx er en fællesbetegnelse for såkaldte nitrogenoxider og er blandt andet et restprodukt ved forbrænding af fossile brændstoffer. Ved forbrændingen vil langt det meste nitrogen efterfølgende blot forblive nitrogen (N_2). En lille del af nitrogenatomerne binder sig i stedet til iltatomer og danner dermed i første omgang nitrogenoxid (NO), og de fleste af disse oxideres yderligere til nitrogendioxid (NO_2). Processen er reversibel og foregår konstant, men forholdet mellem nitrogenoxid og nitrogendioxid i atmosfæren er dog nogenlunde konstant; således er mængden af NO_2 markant større end NO..

Figur 9: Molekylemodel for henholdsvis nitrogenoxid (NO), nitrogendioxid (NO₂) og nitrogen (N₂)



Kilde: Illustreret ved brug af programmet SolidWorks (2012)

Typen af eksempelvis olie er afgørende for, hvor meget NO_x der udledes ved forbrændingen. Således vil råolie ikke udlede nær så meget NO_x ved forbrænding som olie, der er udvundet fra eksempelvis skifer. Yderligere bør det nævnes, at i forbrændingsprocesser, der foregår ved over 1200 °C kan nitrogen gå i forbindelse med ilt og skabe NO_x. Dette refereres til som termisk NO_x. Der er altså to determinanter for, hvor meget en forbrændingsproces udleder af NO_x; brændselstype og forbrændings-temperatur (Jones 2008).

6.3.2 NO_x' skadelige effekt

Som nævnt i problemfeltet er baggrunden for indførslen af en (højere) afgift på NO_x blandt andet et ønske om at nedbringe de skadelige konsekvenser, som høje koncentrationer af NO_x kan medføre.

Ovenfor blev den kemiske struktur af NO_x illustreret, og deres evne til at afgive iltatomer nævnt. Denne evne medfører, at NO_x fremmer dannelsen af syrerregn, der er med til at forsure jorden og kan have den ikke-ønskværdige konsekvens, at mængden af næringssalte/gødningstoffer reduceres. Det har også en negativ effekt på sø- og havdyrelivet i form af blandt andet iltsvind og ændring af plantesammensætningen. Skaderne på jorden og vandet afhænger af to faktorer: den eksisterende ophobning af kvælstoffer og det pågældende økosystems evne til selv at modvirke den øgede mængde kvælstof. Ydermere kan syreregn skade bygninger og skabe smog i nærheden af, hvor udledningen foregår (Jones 2008).

NO_x har også store sundhedsskadelige effekter i form af nedsat lungefunktion, øget risiko for luftcancer og kan give åndedrætsbesvær samt øge irritation af irritation af øjne, næse og hals. Herudover kan NO_x forværre bronkitis- og astmatilstande (DØR 2012; Skatteministeriet A 2011). I 2011 anslog Skatteministeriets i et notat i forbindelse med finanslovforhandlingerne, at dansk udledt NO_x i år 2000 var årsag til 20.000 færre europæiske leveår og 2.800 færre danske leveår³¹ (Skatteministeriet B 2011). Incitamentet til at reducere udledningen af NO_x er derfor umiddelbart ud fra et sundheds- og miljømæssigt perspektiv til stede.

6.3.3 NO_x-udledning i et dansk perspektiv

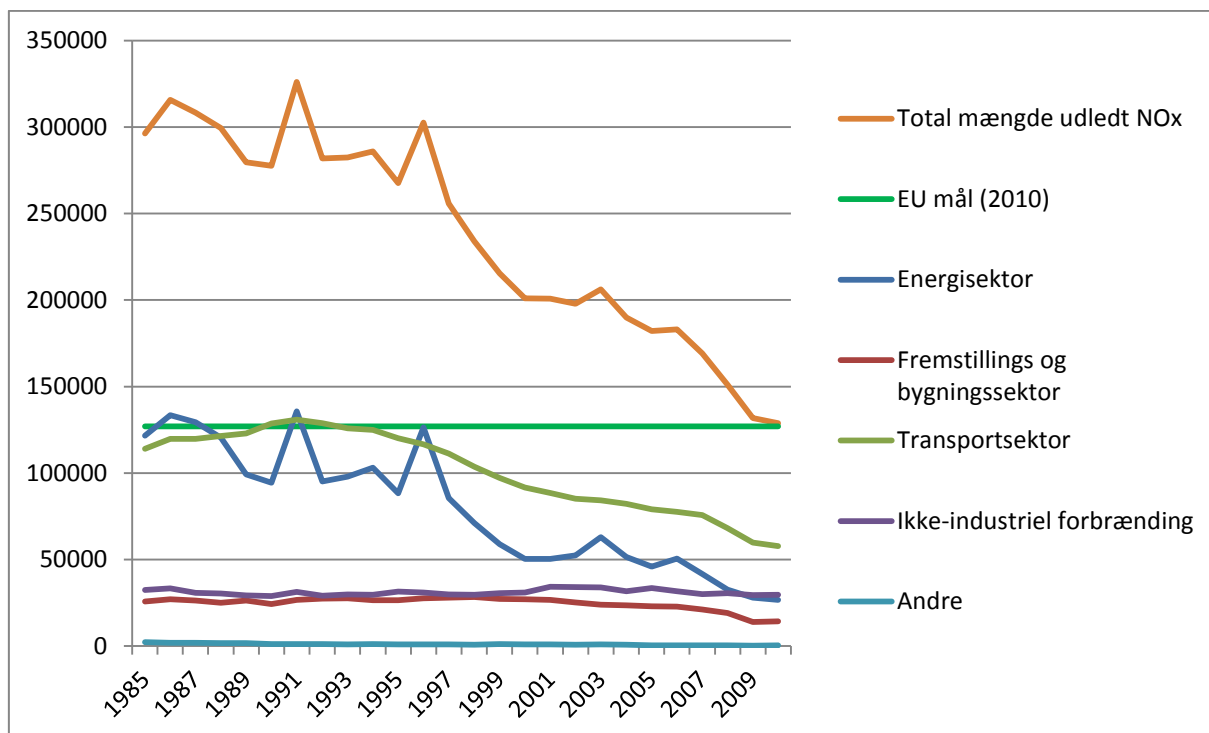
I problemfeltets Figur 1 blev det illustreret, hvorledes den totale mængde udledte NO_x i Danmark i perioden 1985-2010 har udvist en klart faldende tendens; udledningen blev således mere end halveret i perioden 1985 til 2010 til trods for et stigende forbrug af fossile brændsler. Udover den absolutte

³¹ Sondringen mellem danske og europæiske leveår skyldes at NO_x i høj grad er en transnational forureningstype.

mængde af udledt NO_x er det dog også særdeles relevant at klarlægge, hvilke sektorer der bidrager med NO_x, og hvor stor deres andel er af det samlede volumen. Dette afsnit præsenterer udledningsdata behandlet på forskellig måde for at danne grundlag for at vurdere, hvor hensigtsmæssig den vedtagne forhøjelse af NO_x-afgiften er.

Nedenstående figur viser både den totale mængde NO_x og udledningen fordelt på 5 sektorer i forhold til EU-målsætningen opstillet i NEC-direktivet. De afgiftspålagte producenter er en del af kategorierne "Energisektoren" og "Fremstillings- og bygningssektor".

Figur 10: Udviklingen i udledning af dansk NO_x fordelt på sektorer 1985-2010 (tons) i forhold til EU mål (2010)



Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser (2012)

De to sektorer, der i perioden udleder mest NO_x, transport- og energiindustrien, er også de sektorer, der i perioden står for de største reduktioner i antal tons udledt NO_x. Især sidstnævnte, energiindustrien, går fra at være den største udleder af de 5 angivne sektorer til at være overgået i udledning af både transportsektoren og ikke-industriel forbrænding³². Således reducerer energisektoren i perioden den årlige NO_x-udledning med 94.896 ton; fra 121.603 i 1985 til 26.707 tons i 2010. Energisektoren foretager altså den største reduktion i mængden af NO_x vurderet på antal tons. Som nævnt tidligere er NO_x forurening i udpræget grad en transnational problemstilling, og derfor reguleres den på EU niveau, hvor der er opstillet udledningsmål, som skal opfyldes. Ses den danske udledning i forhold til disse, så er målsætningen, at den fra 2010 skal være på maksimum 127.000 tons (DØR 2012). Med en udledning svarende til 128.772 tons i 2010³³ og med stærke fald i årene inden 2010 er der meget, der indikerer, at Danmark er i stand til at nå målsætningen; hvis ikke i 2010, så kort tid efter. Herudover er de nye miljømål for EU frem mod 2020 endnu ikke vedtaget (Concito A 2011).

³² Ikke-industriel forbrænding dækker især over private olie- og gasfyr samt brændeovne.

³³ Svarende til en afvigelse på cirka 1,4 % i forhold til den af EU opsatte målsætning

Det er dog også relevant at klarlægge, hvor store procentvise reduktioner de forskellige sektorer har foretaget.

Tabel 6: Den procentvise reduktion af NOX-udledning fra 1985 til 2010

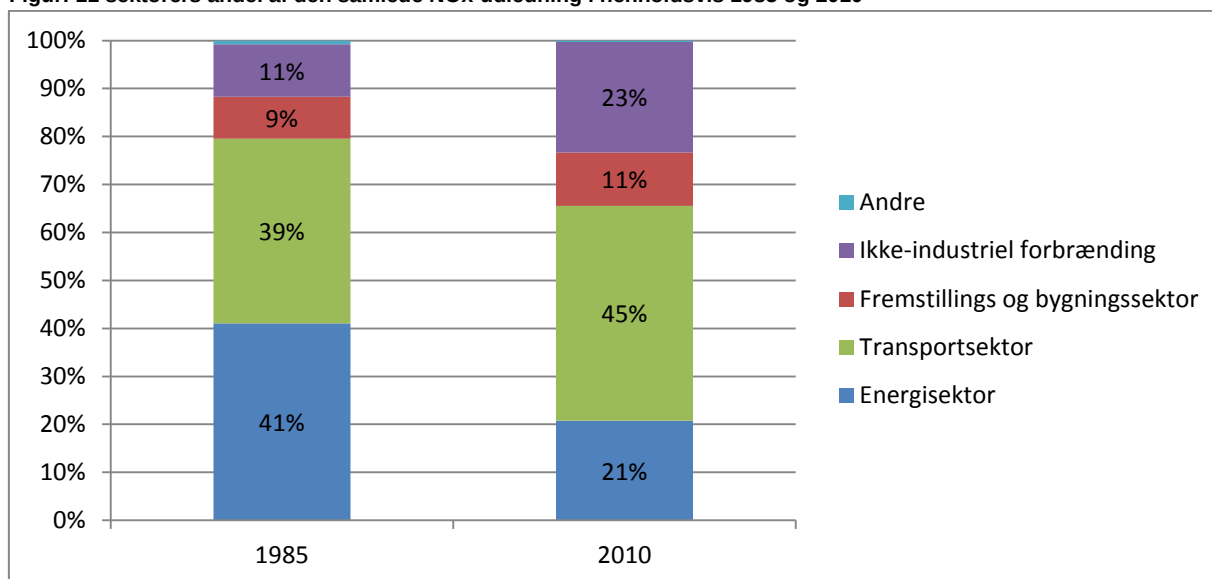
Energisek- tor	Fremstillings og bygningssektor	Transport- sektor	Ikke- industriel forbrænding	Andre	Total	Ønsket reduktion
78 %	44,4 %	49,4 %	8,7 %	83,3 %	56,5 %	57 %

Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser (2012) (Data præsenteret i bilag 5)

Af tabellen fremgår det, at energisektoren er den, der har reduceret udledningen næstmest i forhold til 1985 niveauet; for eksempel har energisektoren reduceret udledningen med næsten 30 % i forhold til transportsektoren. Den eneste sektor/gruppe, der har foretaget større reduktioner er residualgruppen "Andre", men udledningen herfra er sammenlignet med de andre sektorer nærmest ubetydelig (se bilag 5). I tabellen er det i øvrigt angivet hvor stor en reduktion Danmark skulle foretage i forhold til 1985-niveauet for at leve op til EU-målsætningen – 57 %. Dette er umådeligt tæt på den reelt opnåede reduktion, og det virker plausibelt, at det ønskede udledningsniveau nås inden for en overskuelig fremtid, hvis de foregående års tendens til reduktioner fortsætter.

Forskellen i reduktioner indenfor de forskellige sektorer betyder selvsagt, at der sker forskydninger i sektorernes andel af den samlede mængde udledt NOx. Figuren nedenfor viser de forskellige sektors andele i henholdsvis 1985 og 2010.

Figur: 11 sektorers andel af den samlede NOx-udledning i henholdsvis 1985 og 2010



Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser (2012) og egne udregninger

Det fremgår af figuren, at energisektoren næsten har halveret bidraget til den samlede udledning af NOx i perioden, hvorimod transportsektoren og ikke-industriel forbrænding er steget tilsvarende. I forbindelse med energisektorens markante reduktion er det vigtigt at påpege, at reduktionen blandt andet kan forklares ved øget brug af vedvarende energikilder. Således stiger vedvarende energis andel af den samlede energiproduktion fra at være på 4,6 % i 1985 til 20,1 % i 2010 (Energistyrelsen 2011) Dette har selvfølgelig også en effekt på udledningen af NOx.

Sammenfattende har energisektoren reduceret NO_x udledningen i en sådan grad, at den er gået fra at være den største udleder i 1985 til i 2010 at være overgået af både transportsektoren og ikke-industriel forbrænding. Reduktionerne dækker både over forbedret forbrændingsteknologi og udskiftning af energikilde; fra kul og olie til gas, halm og vedvarende energi.

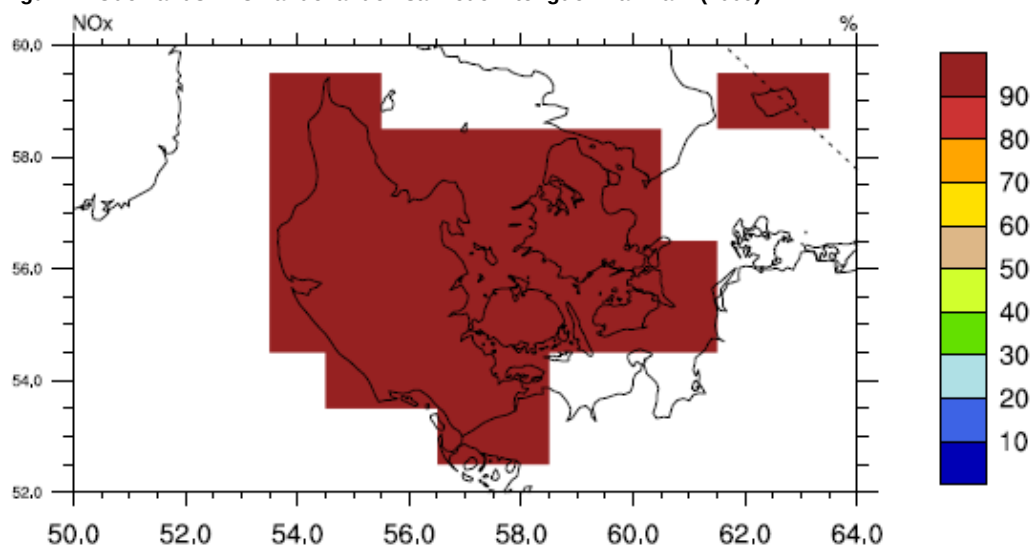
Transportsektoren er den største udleder af NO_x i 2010 og står således for 45 procent af den samlede udledning. Det er værd at bemærke, at transportsektorens udledning overstiger både energi- og industrisektorens, der er mål for NO_x-afgiften. Afgiften rammer således umiddelbart kun 32 % af den samlede danske NO_x-udledning.

6.3.4 NO_x – transnational forurening

Det er tidligere blevet nævnt, at NO_x-udledning er en transnational størrelse – således vil al den dansk udledte NO_x ikke forblive i Danmark, og ligeledes er meget af den NO_x, der er i Danmark, udledt fra andre lande/områder.

I problemfeltet blev der refereret til et høringsvar fra Dansk Energi afgivet i forbindelse med lovgivningsprocessen. Heri påpeges det, at 90 procent af den NO_x, der findes i Danmark, stammer fra kilder udenfor landets grænser. Dette er illustreret i nedenstående figur:

Figur 12: Udenlandsk NO_x andel af den samlede mængde i Danmark (2009)

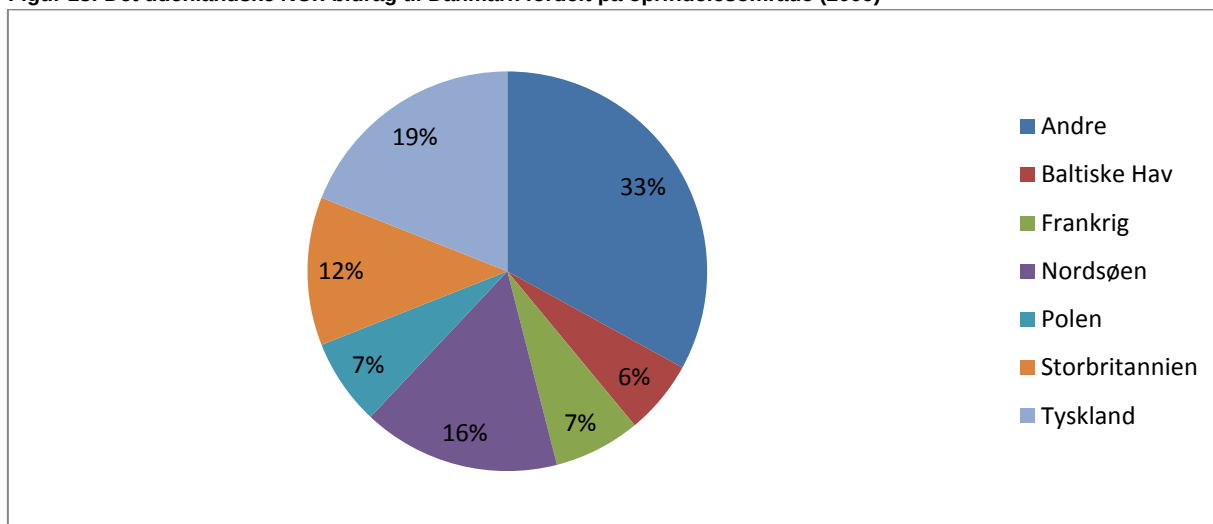


Kilde: Norwegian Meteorological Institute (2011)

Det ses, at den udenlandske andel af den totale mængde NO_x deponeret i Danmark svinger mellem 90 og 100 procent, hvilket indikerer en stærk afhængighed af, hvorledes andre lande/regioner reguleres i forhold til NO_x-udledningen.

I forlængelse heraf er det oplagt at se på, hvilke områder der bidrager mest til NO_x-niveauet i Danmark.

Figur 13: Det udenlandske NOx-bidrag til Danmark fordelt på oprindelesområde (2009)

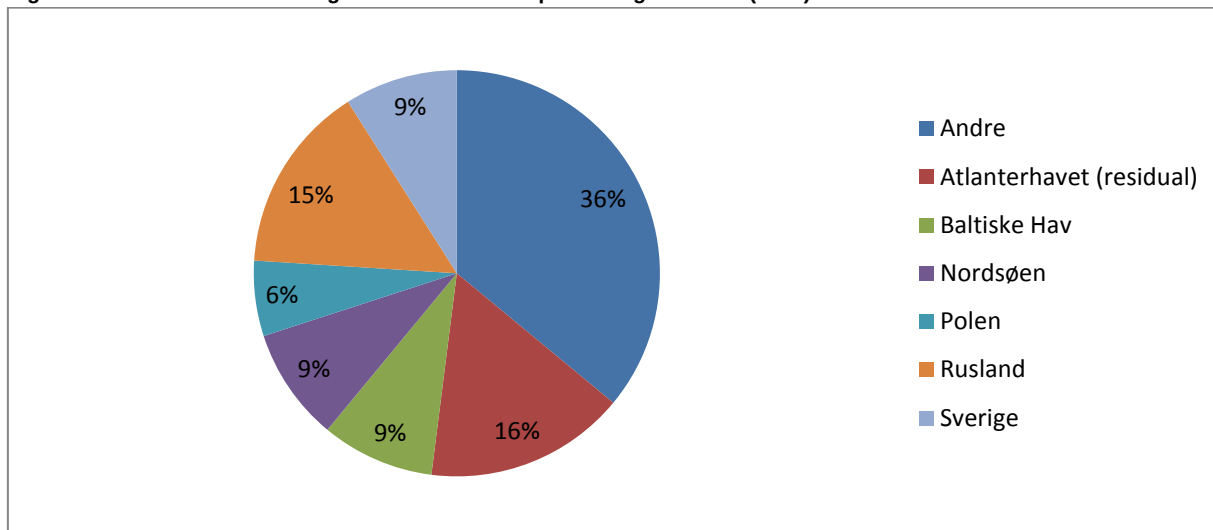


Kilde: Norwegian Meteorological Institute (2011)

Det er især interessant at se, hvor meget havene, og dermed skibstrafikken, udgør af den NOx, der ender i Danmark. Således udgør Nordsøen og det Baltiske Hav 20 % af det samlede udenlandske bidrag³⁴. Herudover er det værd at bemærke, at Storbritannien sammen med Tyskland er de to lande, der bidrager mest til det danske NOx-niveau.

Det er klart, at forureningen ikke kun går én vej; således er dansk udledning af NOx også ansvarlig for forurening i andre områder. Nedenfor er angivet de 6 primære områder, der er modtagere af dansk NOx.

Figur 14: Det danske NOx-bidrag til udlandet fordelt på modtagerområde (2009)



Kilde: Norwegian Meteorological Institute (2011)

Ligesom Danmark modtager en del fra de nærliggende havområder, så afgives der også en del til disse; Rusland³⁵ og Sverige er de lande, der modtager mest af den dansk udledte NOx. Herudover modtager havene i form af Nordsøen, Atlanterhavet³⁶ og det Baltiske Hav 34 procent af den danske NOx-udledning.

³⁴ Som følge af øget regulering af skibes NOx-udledninger er der faktisk tale om et markant fald fra andelen i 2004, der udgjorde 30 procent ("Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O₃) and PM" – Norwegian Meteorological Institutet 2006).

³⁵ Der er her tale om den del af Rusland, der medtages som en del af EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme)

³⁶ Dette er en residual i form af den del af det nordøstlige del af Atlanterhavet, der ikke indgår i andre grupper.

Det faktum, at NO_x er en forureningstype, der overskrider landegrænser, understreges også af kategorien "Andre", der i begge diagrammer udgør cirka en tredjedel af den samlede forurening. Skatteministeriet (B 2011) skriver ligeledes, at det er estimeret, at 6 % af den udledte NO_x i Danmark medfører konsekvenser for danskerne, mens resten er transnationale konsekvenser. Dette giver en klar indikation på, at Danmark er afhængig af udenlandske reduktioner for at opnå markante velfærdsforbedringer.

6.4 Eksempler på NO_x-lovgivning

I forbindelse med vedtagelse af ny lovgivning er det altid relevant at medtage erfaringer fra andre lande, når det skal besluttes, hvilke instrumenter, der skal benyttes til at løse en given problemstilling. Eksemplerne nedenfor viser to indirekte måder at styre udledningen af NO_x på³⁷.

6.4.1 NO_x-fonden – de norske erfaringer med en NO_x-afgift

Danmark er ikke det eneste land, der har indført en afgift på udledningen af NO_x; siden 1. januar 2012 har Norge haft en afgift på NO_x-udledning, og i 2012 var den fastsat til 16,97 norske kr. pr kg udledt NO_x. Afgiften blev indført for, at Norge kunne leve op til de forpligtelser, landet havde i forhold til udledningen af luftforurenende stoffer efter indgåelse af den såkaldte Gøteborgprotokol. Denne protokol er en del af Geneve-konventionen, som er vedtaget FN-regi og fastsætter udledningsmål for de lande, der har ratificeret den³⁸ (Miljøstyrelsen 2002).

Det interessante ved den norske afgift er, at der er opstillet et alternativ for de norske virksomheder. I stedet for blot at blive pålagt afgift på klassisk vis baseret på emissionen, kunne virksomhederne vælge at indgå i en frivillig aftale om reduktioner. Dette indebærer, at virksomhederne forpligter sig til at foretage reduktioner af en given størrelse; i perioden 2008-2010 var det 18.000 tons NO_x³⁹. Der indbetales stadig en afgift pr kg udledt NO_x; hvor meget afhænger af, hvilket erhverv udlederen tilhører, men det er dog (markant) mindre end den almindelige afgift⁴⁰. Afgiften indbetales til den såkaldte NO_x-fond, der har som formål at yde økonomisk støtte til tiltag hos medlemsvirksomhederne, der kan reducere NO_x-udledningen. Virksomhederne søger om støtten, inden tiltaget sættes i gang, og støtten tildeles efter projektet er operationelt, således at støtten er baseret på de reelt opnåede reduktioner; støtten tildeles herefter pr kg reduceret NO_x. Der kan opnås op til 80 % i støtte af investeringsomkostningerne, dog maksimalt 225 kr. pr kg reduceret NO_x, og herefter kan der opnås støtte til driften, for eksempel til indkøb af urea. Desuden er der en positiv sammenhæng mellem levetid og støttens størrelse – således vil tiltag, der sikrer langvarige reduktioner, blive belønnet mest. Cirka 98 % af fondens midler bliver tilbagebetalt til virksomhederne i form af støtte. I tilfælde af, at virksomhedernes udled-

³⁷ I bilag 4 er der desuden en gennemgang af de amerikanske erfaringer med et kvotebaseret system, der kan betragtes som en direkte måde at styre udledningen på

³⁸ Geneve-konventionen blev til i erkendelse af, at meget luftforurening er transnational og derfor kræver en effektiv reduktionsindsats koordinering samt samarbejde. Danmark er også en del af Geneve-konventionen og har ratificeret Gøteborg-protokollen.

³⁹ Fordelt på 2.000 tons i 2008, 4.000 tons i 2009 og 12.000 tons i 2010.

⁴⁰ I 2010 har satsen for indbetalinger været 4 kr. pr. kg NO_x-udledning for søfart, fiskeri, landbaseret industri, luftfart og jernbane og mobile boreplatforme og 11 kr. pr. kg udledning fra produktion af olie og gas (Næringslivets NO_x-fond 2011).

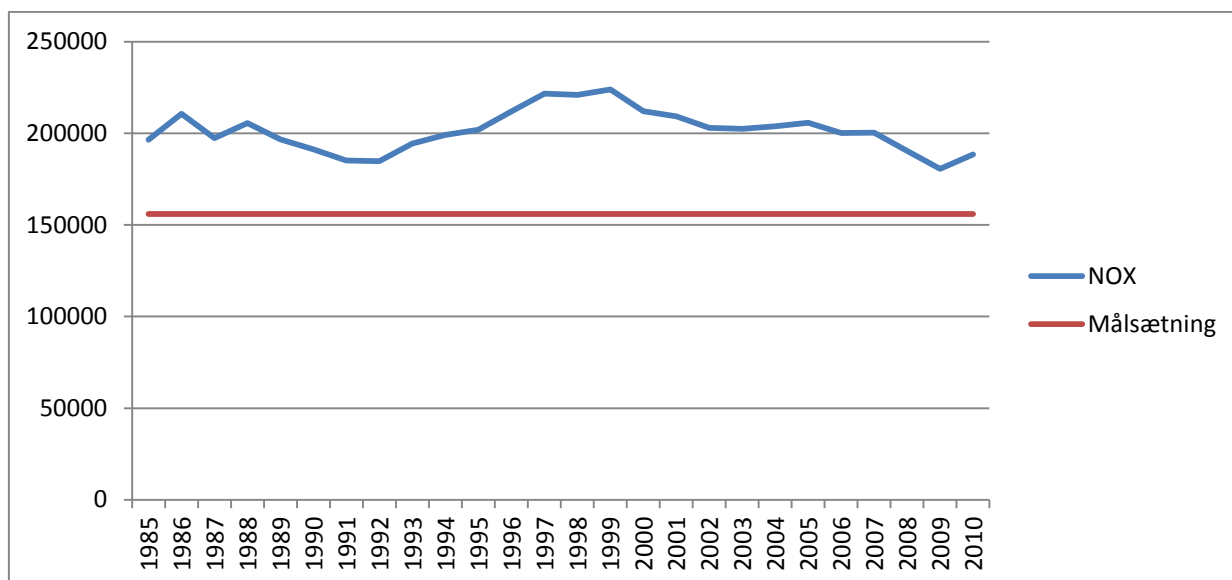
ning negativt afviger med mere end 10 % i forhold til de aftalte mål med staten, skal virksomhederne yderligere betale statens almindelige afgift for den overskredne mængde. Der er tale om en kollektiv sanktion, der bliver pålagt alle virksomheder, uafhængigt af de individuelle virksomheders reduktionsindsats (Næringslivets NOx-fond 2012).

Fonden betragtes generelt som særdeles succesfuld, idet de deltagende virksomheder i perioden 2008-2010 præsterende at lave tiltag, der reducerede udledningen med 23.000 tons – 5.000 tons mere end den aftalte forpligtigelse. Det er især skibstransporten og fiskefartøjer, i den nævnte rækkefølge, der har præsteret markante reduktioner. Det er værd at bemærke, at virksomhederne, som er tilmeldt fonden, står for hele 93 % af den afgiftspligtige norske NOx-emission. Reduktionerne til og med 2011 er primært kommet fra installation af SCR-anlæg, men også øget brug af flydende gas (LNG) som brændstof har haft betydning. Frem mod 2017 vurderes det, at over 1/3 af reduktionerne vil være fra LNG (Næringslivets NOx-fond 2012)

Foruden de rent miljøpolitiske mål har en vigtig motivation for afgiften (og etableringen af en fond) været ønsket om at fremme udviklingen og diffusionen af miljøteknologi; det har ligeledes medvirket til positive beskæftigelsesmæssige effekter. Dette sker blandt andet ved at differentiere støtten afhængig af, om der er tale om en etableret teknologi såsom SCR eller en nyudviklet løsning. Ligeledes har det været et mål at foretage reduktionerne i NOx ved at påføre erhvervslivet en mindre byrde sammenlignet med den traditionelle afgift (Næringslivets NOx-fond 2012).

Effekten af de norske tiltag ses i grafen nedenfor. Grafen viser den samlede NOx-udledning i forhold til Gøteborg-protokollens målsætning.

Figur 15: Den totale mængde udledt NOx i Norge 1985-2010 (1.000kg) i forhold til Gøteborg-protokollens målsætning



Kilde: Statistisk Sentralbyrå 2011

Det fremgår af grafen, at den norske NOx-udledning siden 2004 har udvist en aftagende tendens, og især i forbindelse med NOx-fondens etablering har der været et stort fald fra 2007 frem mod 2009⁴¹.

⁴¹ Det er her værd at bemærke, at Norge ikke på samme måde som mange andre lande har været hårdt ramt af den økonomiske krise baseret på BNP; delvis pga. deres store olieproduktion.

Der ses dog en tendens til en lille stigning efter 2010; dette skyldes en øget produktion af stål, jern og jernlegeringer (Sentral Statistiskbyrå 2011).

Om end Norge ikke har formået at leve op til dets forpligtigelse i forhold til Gøteborg-protokollen, så lader det til, at de med etableringen af NO_x-fonden har fundet en metode, hvorved afgift og støtte kan kombineres til at få gennemført markante reduktioner.

6.4.2 Fuld tilbageførsel af afgiften – Sveriges bud på en NO_x-afgift

I 1992 vedtog Sverige indførelsen af en markant afgift på NO_x-udledning på 40 kr. pr kg udledt NO_x; den er senere steget til det nuværende niveau på 50 svenske kroner pr kg udledt NO_x. I første omgang gjaldt den kun producenter, der producerede minimum 50 GWH⁴², men dette er sidenhen blevet sænket til 25 GWH i takt med, at omkostningerne til at foretage de nødvendige målinger er reduceret. Afgiften startede med at omfatte cirka 200 producenter, og er i dag pålagt cirka 400 producenter, der tilsammen står for omkring 5 % af NO_x-mængden i Sverige.

Den svenske afgift er konstrueret således, at hele provenuet føres tilbage til de afgiftspålagte producenter. Hvor meget den enkelte producent får udbetalt, afhænger af deres energiproduktion/forbrug.

Virksomhederne betaler således en afgift på 50 kroner, hver gang de udleder et kg NO_x, men når provenuet føres tilbage, baseres det på, hvor meget energi den enkelte virksomhed producerer i forhold til den mængde, alle de afgiftspålagte producenter producerer. En virksomhed, der indbetaler, hvad der svarer til 0,5 % af det samlede provenu fra NO_x-afgiften, men har en energiproduktion der udgør 0,7 % af den samlede producerede energi, vil således få en nettogevinst ved denne afgiftsmodel. For virksomhederne gælder det derfor om at minimere forholdet NO_x/GWH, og dette sikrer incitamentet til at iværksætte initiativer og investeringer, der kan reducere udledningen af NO_x pr GWH. Valget af denne type afgift beror på både et ønske om en løsning, der var nem at implementere, der kunne pålægges producenterne, uden at de i større omfang ville modarbejde den, og som kunne fastsættes forholdsvis højt, uden at den samlede gruppe af producenters konkurrenceevne ville blive alt for belastet. Et alternativ til en afgift, der tilbageføres, kunne være handel med NO_x-kvoter (bilag 3), men valget af en afgift som instrument blev foretaget på baggrund af den svenske stats erfaringer med brug af afgifter og de derfor forventede lavere administrationsomkostninger⁴³, hvilket gjorde implementeringen nemmere.

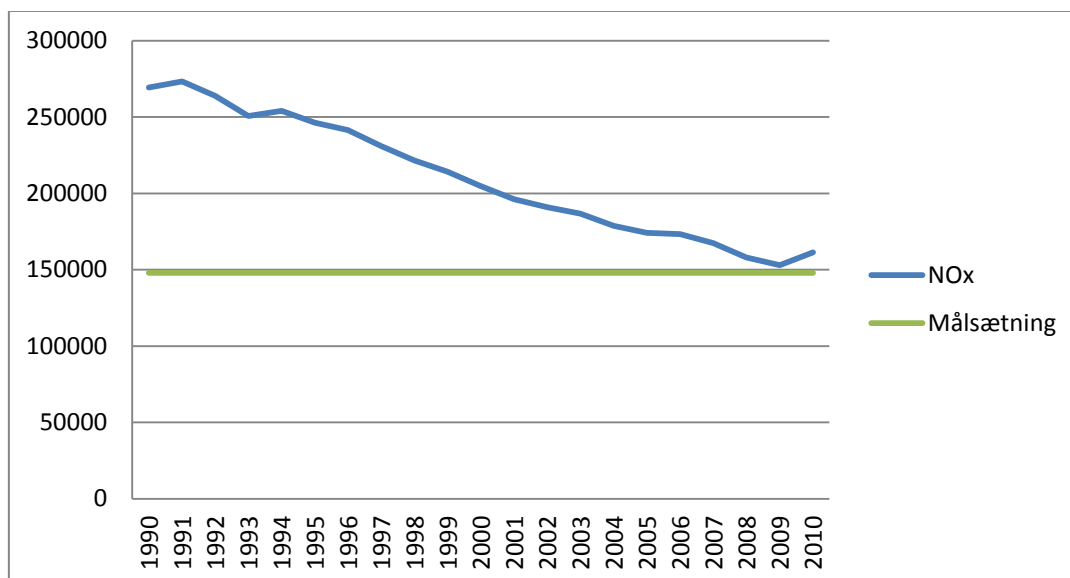
Denne afgiftsmodel fungerer i Sverige, fordi der er tale om et marked, som består af mange forskellige producenter. På oligopol lignende markeder vil incitamentet til at reducere NO_x således være mindre, da få store producenter kontrollerer output-niveauet (Isaksson 2005; Sterner og Isaksson 2005).

Nedenfor er angivet udviklingen i den svenske NO_x-udledning i perioden 1990-2010, og den målsætning man har forpligtet sig til gennem Göteborg-protokollen.

⁴² Giga Watt Hour

⁴³ Administrationsomkostningerne forbundet med tilbageførslen af provenuet er således kun 0,2-0,3 % af det samlede provenu.

Figur 16: Den totale mængde udledt NOx i Sverige 1990-2010 (1.000kg) i forhold til Gøteborg-protokollens målsætning

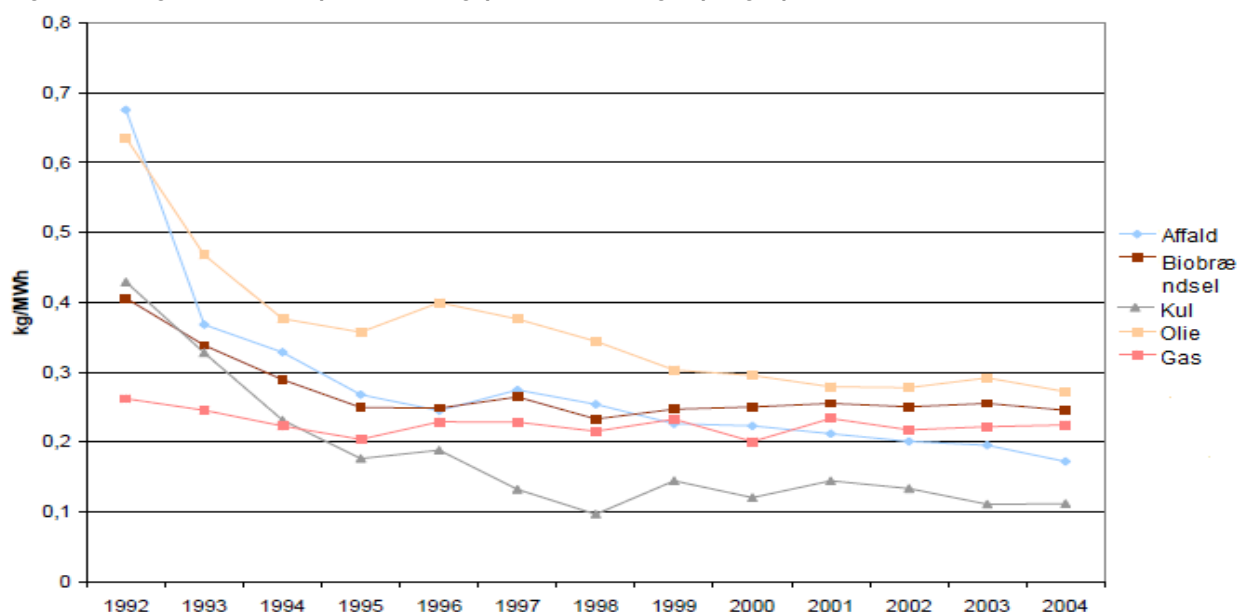


Kilde: Naturververket (2012)

Det fremgår af figuren, at der over hele perioden er tale om et kontinuerligt fald i udledningen af NOx, omend niveauet stiger en anelse fra 2009 til 2010. Dette forklares med begyndende genopretning efter recessionen og en usædvanlig kold vinter (EEA 2011)

Afgiften betragtes som en succes i Sverige, og det svenske miljøagentur Naturvårdsverket opgjorde i 2006, hvorledes udviklingen i de berørte producenters udledning havde været - klassificeret efter brændselstype.

Figur 17: Mængde NOx udledt pr enhed energi produceret for afgiftspålagte producenter 1992-2004



Kilde: Naturvårdsverket (2006)

Samtlige brændselstyper har reduceret udledningen i perioden, men især affald og kul udmærker sig. For gas er der ikke de store reduktioner i perioden, men mere bemærkelsesværdigt i en dansk sammenhæng er det, at der for biobrændsel fra 1995 og frem tilsyneladende ikke sker yderligere forbedringer. En undersøgelse af 162 reduktionstiltag på forbrændingsanlæg viste, at 76 af tiltagene direkte skyldes NOx-afgiften, hvilket yderligere vidner om afgiftens effekt (Sternen og Isaksson 2005)

7) Samfundsøkonomisk analyse

Det er tidligere blevet fastslået, at analysen vil bestå af tre delelementer, der tilsammen vil udgøre en samfundsøkonomisk analyse. Delelementerne er:

- En velfærdsøkonomisk cost-benefit analyse
- Præsentation og analyse af udvalgte cases
- Afgift på NOx set i en triple-helix ramme

Jævnfør problemformuleringen er et af formålene med opgaven at undersøge, hvorvidt NOx-afgiften kunne konstrueres på en måde, der ville være mere optimal ud fra et samfundsøkonomisk og miljømæssigt perspektiv. Derfor vil der, inden analysens tre delelementer bliver gennemført, være en gennemgang af et alternativt bud på, hvorledes afgiften kunne konstrueres uden at ændre på størrelsen af afgiften eller hvilke producenter den rammer. Det er hensigten, at denne afgift skal reducere udledningen af NOx, belønne virksomheder der foretager reduktioner og understøtte udviklingen af ny teknologi, der kan reducere udledningen.

7.1 Tilbageførsel af provenuet – en alternativ afgiftsmodel

I problemfeltet blev Kåre Press-Kristensen fra det Økologiske Råd citeret for følgende:

"NOx-afgiften kan gøres mere intelligent ved at tilbageføre dele af den til virksomhederne. På den måde tages der mere hensyn til de mest konkurrencepressede virksomheder - og opnås større miljøgevinst"

(Kåre Press-Kristensen, Civilingeniør hos Det Økologiske Råd - Politiken 12/2-2012)

Dette speciales forslag til en alternativ afgift vil tage udgangspunkt i dette standpunkt, kombineret med de erfaringer med at pålægge en NOx-afgift, der har været gjort i Sverige og Norge; erfaringer der tilsyneladende har været ignoreret, da den danske afgift skulle udformes.

Der benyttes en uændret afgiftsstørrelse, således den beløbsmæssigt følger den eksisterende afgift. Producenterne vil altså som udgangspunkt betale 25 kroner pr kg udledt NOx.

Figur 18: Fordeling af afgiftens provenu



Heraf går 60 %, svarende til 15 kr., i en pulje. Beløbets størrelse vælges med baggrund i Det Økologiske Råds forslag til en reduktionsbonus pr. kg NOx, der skal øge det økonomiske incitament til reduktion (Det Økologiske Råd 2012). Denne pulje tilbageføres til producenterne, tilsvarende modellen i Sverige, baseret på den enkelte producents andel af den samlede energiproduktion⁴⁴. Generelt kan nettotabet eller -gevinsten ved afgiftssystemet for den i'te producent opstilles på følgende måde:

$$(S \sum_i e_i * TA) * (E_i / \sum E_i) - Se_i$$

⁴⁴ Produceret energi skal her ikke forstås snævert som det energiforsyningsvirksomheder laver

Her angiver S afgiftens størrelse, e er emissionen af NO_x og E er energiproduktionen⁴⁵. Først etableres det beløb, der er til rådighed for tilbageførsel, hvilket er summen af de samlede afgiftsbetalinger, $\sum e_i$, ganget med tilbageførselsandelen, TA ; denne er fastsat til 0,6 (60 pct.), da det er den del af afgifterne, der er til rådighed for tilbageførsel i den foreslåede afgiftsmodel. Herefter ganges med virksomhedens energiandel, $E_i/\sum E_i$. Endelig fratrækkes den indbetalte afgift, Se_i .

Nedenstående opstillede eksempler illustrerer, hvorledes det i praksis ville foregå.

Eksempel på tilbageførsel afgiften

Virksomhederne A, B og C står alle for 0,5 % af den samlede udledning af NO_x , men deres energiandel varierer. Virksomhed A står 0,3% af den samlede energi, Virksomhed B 0,6% og Virksomhed C 0,9%.

Der tages udgangspunkt i de afgiftsprovenutal (900 mio. kr.), der præsenteres senere i analysen i forbindelse med afsnit 7.1.2. Pga. ens andel af foreningen udgør udgifterne til afgiften for alle 3 virksomheder 4,5 mio. kr. Således vil deres nettoafgift i 2013 være:

A: $(900 \text{ mio. kr.} * 0,6) * 0,003 - 0,005 * 900 \text{ mio. kr.} = -2,88 \text{ mio. kr.}$ (Tilbageført 1,62 mio. kr.)

B: $(900 \text{ mio. kr.} * 0,6) * 0,006 - 0,005 * 900 \text{ mio. kr.} = -1,26 \text{ mio. kr.}$ (Tilbageført 3,24 mio. kr.)

C: $(900 \text{ mio. kr.} * 0,6) * 0,009 - 0,005 * 900 \text{ mio. kr.} = 0,36 \text{ mio. kr.}$ (Tilbageført 4,86 mio. kr.)

Staten beholder et provenu cirka svarende til den nuværende afgift; 5 kr. pr kg udledt NO_x eller 20 %. De resterende 5 kr., eller 20 %, føres over i en pulje, der skal støtte forskning og udvikling, som direkte eller indirekte kan være med til at reducere NO_x -udledningen. Argumenterne for designet af giften vil blive gennemgået nedenfor.

7.1.1 Argument: Tilbageførsel af afgiften

Baseret blandt andet på det svenske eksempel er fordelene ved en afgift baseret på (delvis) tilbageførsel af provenuet at:

- Producenterne er en heterogen gruppe af nettomodtagere og -betalere, hvilket minimerer incitamentet til koordineret lobbyisme mod afgiften fra producenternes side
- Sammenlignet med en almindelig afgift kan afgiftsniveauet sættes højere uden, at det skader den samlede konkurrenceevne tilsvarende
- Erfaringer med afgifter som miljø- og finanspolitisk instrument letter implementering af afgiften samt mindsker administrationsomkostningerne.

Det er dog en fordel mere, der gør sig gældende i en dansk kontekst. Sverige indførte afgiften i starten af 1990'erne, og der må derfor formodes at have været et stort potentiale i "lavthængende frugter" i forhold til driftsoptimering og reduktionsteknologier. I Danmark må det antages, at producenterne, med de allerede store reduktioner in mente, allerede har gennemført reduktionstiltag. Med en afgift, der er baseret på tilbageførsel på baggrund af NO_x/GWH , vil virksomheder, som allerede har foretaget investeringerne inden afgiften blev indført, ikke blive "straffet". Dette er ikke i samme grad tilfældet, hvis man følger den norske model med målrettede investeringer i NO_x -reduktion. Endelig bør det bemær-

⁴⁵ Det samlede skatteprovenu $\sum e_i$ kunne tilføjes en variabel, der trækker administrationsomkostningerne fra, men baseret på de svenske erfaringer, hvor administrations omkostningerne udgør en meget lille del af det samlede provenu, udelades de her.

kes, at det er blevet estimeret, at 2/3 dele af NOx-reduktionen i Sverige kunne tilskrives valget af et afgiftsinstrument baseret på tilbageførsel (Stern og Isaksson 2005).

7.1.2 Argument: Finansiering af finansloven

I problemfeltet blev det gjort klart, at det ikke kun var miljøhensyn, der lå til grund for den forhøjede afgift, men at den primære grund måske i højere grad var finansiering af finansloven 2012.

Helt konkret skulle den såkaldte kick-start af dansk økonomi finansieres. Dette indebærer investeringer for i alt 18,7 mia. kroner, hvoraf de 10,7 mia. kroner investeres i 2012, og de resterende 8,0 mia. kroner investeres i 2013. Der er tale om både ekstraordinære og fremrykkede investeringer indenfor blandt andet infrastruktur, omlægning af energiforsyningen (fokus på biomasse) og renovering af almene boliger. Lavkonjunktoren i dansk økonomi har medført, at de offentlige finanser er under pres. Således var statsunderunderskuddet 71,25 mia. kroner i 2011 og forventes at ramme 100,75 mia. kroner i 2012⁴⁶ - svarende til henholdsvis 4,0 % og 5,5 % af BNP (Finansministeriet 2011). Det er klart, at der ikke blot kan ses bort fra dette finansieringsproblem i forhold til en alternativ afgift, hvor store dele af provenuet føres tilbage til producenterne.

Design af alternative afgifter eller skatter, der kan dække det tabte provenu, rækker dog udover rammerne for dette speciale. I stedet tages der udgangspunkt i det forslag, Concito fremsætter i "Regeringen fortsætter skæv energibeskatning med NOx-afgiften" (2011), hvori de foreslå at beskatte benzin og brændeovne for at dække dele af provenutabet. Opvarmning med brændeovne er i dag ikke afgiftspålagt, og der er primært tale om brug i parcelhuse og sommerhuse, hvilket betyder, at en afgift på brændeovne vil være mere socialt afbalanceret end den nuværende afgiftsmodel. Det samme gør sig gældende for benzin, der forbruges i større mængder af højindkomstfamilier sammenlignet med lavindkomstfamilier (Concito A 2011).

I deres forslag tager Concito dog udgangspunkt i, at det er 600 mio. kr., staten skal skaffe i provenu årligt. Ifølge Skatteministeriet (2012) er det samlede provenu fra NOx-afgiften dog 900 mio. kr. når den er fuldt indfaset i 2013⁴⁷. En anden mulighed kunne være, at de har taget udgangspunkt i andre udlægningsstal, men de er umiddelbart i overensstemmelse med tallene fra DMU.

Tabel 7: Provenu fra NOx-afgiften 2010-2013 (mio. kr.)

	2010	2011	2012	2013
Provenu	189	202	500	900 ⁴⁸

Kilde: Skatteministeriet B (2012)

Provenugevinsten ved en forhøjelse af NOx-afgiften er markant – fra 189 mio. kr. i 2010 til estimeret 900 mio. kr. i 2013. De alternative finansieringsforslag er præsenteret i tabel 8. Model A er den nuværende afgift, B og C er opskalerede versioner af Concitos forslag (fra 600 mio. kr. til 900 mio. kr.) mens det sidste, Model D, er det mest relevante for dette speciale, da det kan knyttes til den alternative afgift, der blev foreslået indledningsvis. Staten modtager ved denne afgift 1/5 af afgiftsprovenuet – sva-

⁴⁶ Der skal selvfølgelig tages højde for at disse tal kan blive revideret løbende – det ændrer dog ikke på, at det offentlige underskud er markant.

⁴⁷ Generelt er det i forbindelse med data- og informationssøgningen til dette speciale blevet klart, at der er en smule forvirring omkring afgiften og dens provenueffekt. Ved konsekvent at benytte tal fra Skatteministeriet forsøges denne forvirring minimeret.

⁴⁸ Tallet for 2013 er estimeret august 2012 og offentliggjort 6/9-2012.

rende til 5 kr. pr. kg udledt NOx. Herudover dækkes resten af provenuet gennem afgifter på brændeovne og benzin⁴⁹.

Tabel 8: Alternative muligheder for provenu på 900 mio. kr. (mio. kr.)

	<u>Model A</u> (NOx)	<u>Model B</u> (NOx + brændeovne)	<u>Model C</u> (NOx + brændeovne + benzin)	<u>Model D</u> (NOx + brændeovne + benzin)
NOx	900 (25 kr./kg)	375 (10 kr./kg)	375 (10 kr./kg)	180 (5 kr./kg)
Brændeovne	0	525 (655,- pr ovn)	225 (281,25,- ovn)	420 (525,- kr.pr ovn)
Benzin	0	0	300 (12 øre pr liter)	300 (12 øre pr liter)

Kilde: Egne beregninger – delvist baseret på Concito (2011)

Forslagene er opstillet ud fra en formodning om, at provenuet skal findes gennem afgifter uden hensyntagen til de dynamiske effekter, der kan opstå som følge af en afgift.

7.1.3 Argument: Udvikling af ny teknologi

Den sidste del af afgiften, 20 % af det samlede provenu, tilføres forskning og udvikling (F&U). Det er her inspirationen fra især Norge ses. Om end den norske model primært forsøger at understøtte udviklingen af ny teknologi, gennem konstruktionen af et marked for denne, ydes der også direkte støtte gennem fonden til ny teknologi ved at differentiere, hvor meget støtte et givent projekt kan modtage, afhængigt af den valgte teknologi. Herudover er der også eksempler på, at der ydes støtte til blandt andet forskningsrapporter relateret til området (Næringslivets NOx-fond 2012).

Den norske model sikrer en fornuftig "business case" (se case om Dansk Teknologi), men dette bør allerede være sikret ved den foreslåede alternative afgift på grund af tilbageførsel af provenuet. Det er blevet klarlagt, baseret på både problemfeltet og de senere cases, at producenterne oprigtigt mener, at de har investeret i den bedst tilgængelige teknologi. Dette nødvendiggør, at udviklingen af ny teknologi understøttes, hvis der er et reelt ønske om at reducere NOx, og der er generelt et stort potentiale for statslig intervention i forhold til finansiering af innovationer samt sikring af offentlig-privat samarbejde. En pointe, der vil blive nærmere redegjort for i afsnit 7.4.

7.2 Velfærdsøkonomisk analyse

Dette afsnit er centralt for vurderingen af den kommende NOx-afgift. Det tager udgangspunkt i en klassisk velfærdsøkonomisk cost-benefit analyse, hvor gevinster og omkostninger ved den kommende afgift bliver kvantificeret og diskonteret.

CBA'en er grundlæggende baseret på de anbefalinger, der er opstillet af Miljøministeriet i vejledningen "Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter" (2009).

I vejledningen fra Miljøministeriet anbefales det, at en velfærdsøkonomisk analyse af en miljøafgift generelt bør indeholde følgende punkter:

- Opgørelse af forvridningstab

⁴⁹ Der tages udgangspunkt i, at der er 800.000 brændeovne i Danmark jf. Concito (2011)

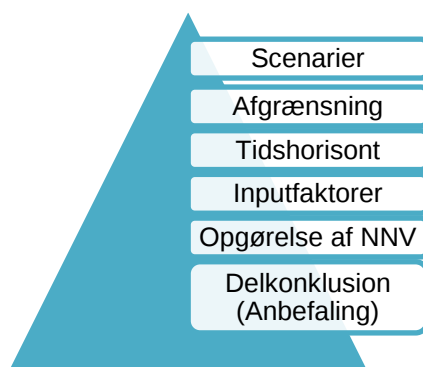
- Opgørelse af den direkte provenuvirkning og den hertil knyttede potentielle skatteforvridningsændring
- Opgørelse af værdien af miljøkonsekvenserne

En analyse af den forhøjede NOx-afgift er dog i nogen grad et særtilfælde, idet der, alt andet lige, er tale om en velfærdsforbedrende effekt, da den forsøger at kompensere for en negativ eksternalitet⁵⁰. Således giver det ikke mening at opgøre forvridningstab i forhold til den pålagte afgift; der vil dog blive beregnet skatteforvridningseffekt af det tilbageførte provenu, da det analytisk sidestilles med et subsidie⁵¹. Yderligere benyttes en estimering af provenuvirkningen foretaget af Skatteministeriet (2012) som grundlag for, hvor stor denne forvridning er. CBA'en vil derfor grundlæggende fokusere på at tilknytte en værdi til den opnåede NOx-reduktion.

Det kan forholdsvis hurtigt forklares, hvorfor der er tale om en sub-optimal afgift i forhold til internalisering af de reelle udgifter ved udledningen af NOx både før og efter afgiftsstigningen. Det fremgår således af Skatteministeriets notat (B 2011), at skadesomkostningerne pr kg udledt NOx er 50 kroner. Det er derfor kun halvdelen af de reelle omkostninger, som de omfattede NOx-emitterter bliver pålagt at afholde. En mulig årsag til, at emitterter af NOx ikke pålægges at betale de reelle omkostninger kan være hensyn til producenternes omkostninger, konkurrence med udlandet og dermed indirekte beskæftigelsen, hvilket kan forringe samfundsøkonomien⁵² (Miljøministeriet 2009). NOx-afgiftens effekt på de driftsøkonomiske forhold vil ikke være en direkte del af CBA'en, men vil i stedet blive belyst ved at se dem i forhold til de velfærdsøkonomiske gevinster og de senere udvalgte cases. Dette indikerer også, at der tale om en partiel analyse, og hvilke implikationer, dette har, vil blive nærmere uddybet i afsnittet vedrørende afgrænsningen af analysen.

CBA'ens struktur vil være inspireret af Boardman et al (2011) og dens elementer er illustreret i figur 19:

Figur 19: Den velfærdsøkonomiske cost-benefit analyses struktur



Kilde: Egen illustration

Beregningerne er foretaget i Excel og er at finde på den vedlagte dokumentations-CD.

⁵⁰ Jf. afsnit 5.2

⁵¹ Det har ikke været muligt at få svar fra Miljøministeriet på, hvorledes et tilbageført provenu fra en afgift på en eksternalitet bør håndteres

⁵² Hvorvidt, der er tale om en forringelse afhænger selvfølgelig af, hvor stor betydning NOx-afgiften har for de samlede omkostninger.

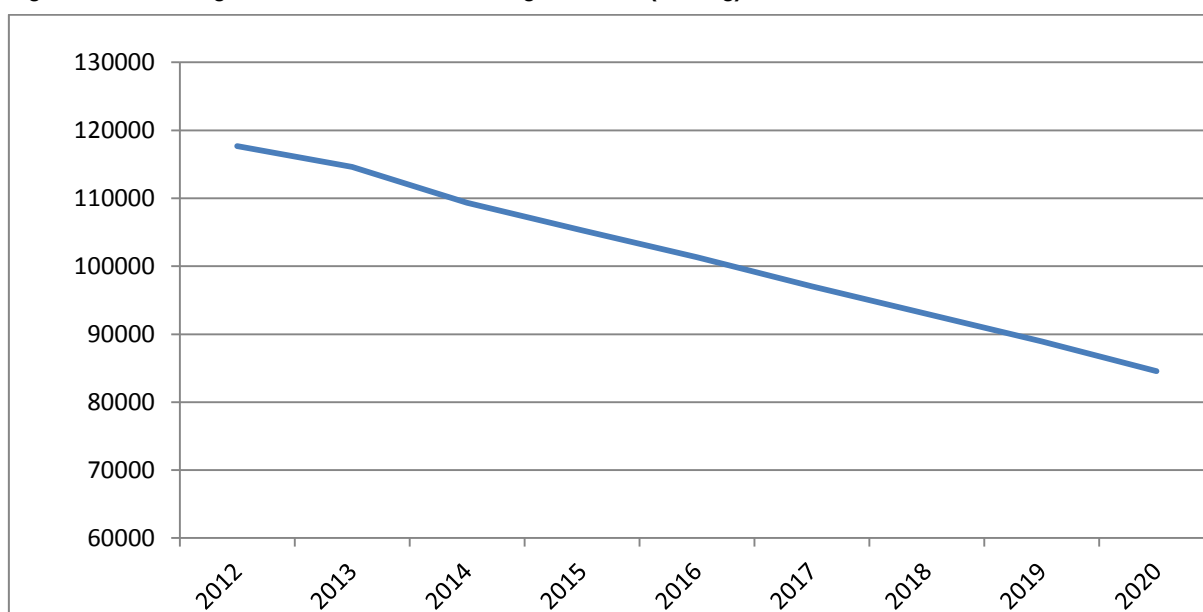
7.2.1 Scenarier

Analysen vil bestå af 3 udvalgte scenarier: et basisscenarie, der viser udviklingen i NO_x-udledningen frem mod 2020 før afgiftsforhøjelsen, scenarie 1 viser effekten af den indførte afgift med baggrund i data fra Skatteministeriet og scenarie 2 vedrører, hvorledes en (delvis) tilbageførsel af afgiftsprovenu- et kan forøge NO_x-reduktionen.

7.2.1.1 Basisscenariet

Dette scenarie angiver udviklingen i udledning af NO_x frem mod 2020 baseret på en fremskrivning foretaget af Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet (DCE)⁵³, hvor den tidligere afgift på 5,20 pr kg udledt NO_x var gældende. Der er således tale om en form for status quo scenarie i tilfælde af, at afgiften ikke var blevet ændret. Fremskrivningen fremgår af grafen nedenfor.

Figur 20: Total mængde udledt NO_x – fremskrivning 2012-2020 (1.000kg)



Kilde: Data leveret af DCE – Aarhus Universitet⁵⁴

Fremskrivningen estimerer et markant fald i udledningen af NO_x fra 117.683 i 2012 tons til cirka 84.571 tons i 2020. DCE begrundet faldet frem mod 2020 med store reduktioner i transportsektorens udledning af NO_x, mens udledningen fra energi- og procesindustrien forbliver nogenlunde stabil hen over perioden frem mod 2020 (DCE 2012)

⁵³ DCE (Danish Centre for Environment and Energy) blev dannet, da DMU blev delt op i tre nye faglige enheder i 2011

⁵⁴ Der er tale om data fra rapporten "Projection of SO₂, NO_x, NH₃ and Particle Emissions 2010-2030" (2012)

7.1.1.2 Scenarie 1

Her udregnes de velfærdsøkonomiske konsekvenser ved en 5-dobling af NO_x-afgiften baseret på de forventede reduktionseffekter. Skatteministeriet (2011) har i forbindelse med lovforslaget estimeret den forventede reduktion ved afgiften baseret primært på adfærdsændringer, og værdien estimeres ved hjælp af den samfundsøkonomiske enhedspris for NO_x-udledning. Den forventede reduktion er opgjort til 10.000 tons NO_x, og adfærdsændringerne sker på grund af øgede omkostninger i forbindelse med energiforbrug – herunder blandt andet udflytning af elproduktion til nabolande svarende til 1.200 tons NO_x.

7.1.1.3 Scenarie 2

Baseret på de teknologiske muligheder for at reducere NO_x-udledningen, der er gennemgået i bilag 1, udregnes de samfundsøkonomiske konsekvenser ved en (delvis) tilbageførsel af provenuet fra Scenarie 2. Dette sker ud fra en antagelse om, at en tilbageførsel af midlerne baseret på NO_x/GWh vil muliggøre markante reduktioner som følge af, at der vil blive foretaget investeringer i allerede eksisterende reduktionsteknologier for at øge andelen af det tilbageførte provenu. I dette scenarie tages der udgangspunkt i en gradvis implementering af de mulige teknologiske løsninger, der er sat til 33⅓ procent fordelt på perioden 2013-2015 og effekten af investeringerne er sat til at forekomme året efter⁵⁵. Perioden er valgt, da Procesindustriens i deres høringsvar i forbindelse med fremsættelse af forslaget om forhøjelse af NO_x-afgiften påpegede, at den burde indføres løbende frem mod 2015 for at give tid til omstilling af produktionen (Procesindustrien 2011).

Endelig vil forvridningsomkostningerne forbundet med tilbageførsel af afgiftsprovenuet blive beregnet, da det analytisk bliver betragtet som et subsidie.

7.1.2 Afgrænsning

Som tidligere nævnt er der tale om en partiel velfærdsøkonomisk analyse og dette medfører, at analysen er afgrænset. Dette betyder, at fokus er på de positive effekter, reduktionen af NO_x har. Dermed ignoreres de velfærdsøkonomiske konsekvenser, der kan opstå for private, da hele, eller dele af, afgiften videregives til forbrugerne og dermed ændrer deres forbrugsmuligheder. Yderligere ses bort fra de effekter, NO_x-afgiften kan have på samfundets generelle omkostninger, herunder som tidligere nævnt produktionsomkostningerne. Det kan have stor betydning for de virksomheder, der er udsat for international konkurrence, og hvis produktionen af f.eks. el blot flyttes over grænsen, vil velfærden i Danmark muligvis ikke blive markant forbedret, da NO_x ikke er en lokal forureningstype. Endelig tages der heller ikke højde for, hvorvidt løsningerne til reduktion af NO_x ændrer på energieffektiviteten eller udledningen af andre forurenende stoffer.

Alternative løsninger til at reducere udledningen af NO_x, såsom hurtigere implementering af Klimakommissionens anbefalinger i forhold til at sikre en fremtidig energiforsyning baseret på vedvarende energi, er heller ikke præsenteret som alternative scenarier i analysen. Det kunne for eksempel være

⁵⁵ Alternativt skulle man antage at alle investeringerne var foretaget og operationelle den 1. januar 2013. Det virker umiddelbart mere realistisk at antage en vis forsinkelse og derfor først lade effekterne af investeringerne i et pågældende år slå igennem året efter.

investeringer i vind-, bølge- eller solenergi (Klimakommissionen 2010)⁵⁶. Mulighederne for reduktioner i andre sektorer, for eksempel transportsektoren, er heller ikke medtaget.

Som tidligere nævnt foreslår Miljøministeriet (2009) i deres vejledning en mere avanceret løsning i forhold til problematikken med at analysere partielt. De foreslår, at der benyttes en såkaldt Anvendt Generel Ligevægtsmodel, men med kritikken af den neoklassiske teori, der danner fundament for sådan en analyse, in mente, vil denne tilgang ikke blive benyttet.

7.2.3 Tidshorisont

Et centralt element i enhver cost-benefit analyse er den periode, hvor et givent tiltag eller lovforslag vurderes over. Ofte vil eventuelle investeringsomkostninger være størst i starten af den givne periode for herefter at blive reduceret med tiden afhængig af behov for reinvestering og eventuelle driftsomkostningers andel af det samlede udgiftsniveau.

Den velværdsøkonomiske CBA vil blive foretaget indenfor en relativt kort periode, nemlig 2012-2020. Valget af 2012 som startår⁵⁷ er oplagt, eftersom afgiften blev indført i sommeren 2012, og de fremtidige omkostninger samt gevinster vil blive diskonteret hertil. 2020 er valgt som slutår med baggrund i en forventning om, at de kommende NOx-målsætninger i NEC-direktivet netop vil have deadline i 2020. Dette år vælges til trods for, at fremskrivningen af den danske NOx-udledning er foretaget helt frem til 2030 af DCE. Det ville imidlertid være behæftet med betydelig større usikkerhed at foretage en analyse helt frem til 2030. Alt andet lige så vil usikkerheden stige i takt med antallet af år, der fremskrives, da det involverer en del antagelser vedrørende det politiske, teknologiske og økonomiske system herunder, især, hvorledes fremtidens energiforsyning er sammensat.

Herudover minimerer det også muligheden for dobbelteffekt af de valgte teknologier. Det må således formodes, at flere af de reduktionsmuligheder, der antages implementeret, alt andet lige vil blive indført på sigt som følge af både øget økonomisk incitament og nyetablering/modernisering af eksempelvis kraftvarmeværker.

7.2.4 Inputfaktorer

Dette afsnit vil kort præsentere de data, der vil blive benyttet i den velfærdsøkonomiske analyse. I forbindelse med analysen af reduktionspotentialet ved tilbageførelse af afgiftsprovenuet (Scenarie 2) antages det, at det vil have en fuldkommen effekt forstået på den måde, at de teknologisk tilgængelige løsninger vil blive implementeret i et sådan omfang, at reduktionerne når det potentiale, der er beskrevet i bilag 1, omend implementeringen vil foregå over tre år. Nedenstående tabel sammenfatter reduktionspotentialet og omkostninger ved de forskellige løsninger.

⁵⁶ Det er værd at bemærke, at der indenfor samme periode er, jævnfør Klimakommisionens arbejde, politisk konsensus om, at den danske varme- og elforsyning skal arbejde hen imod at være baseret på vedvarende energi i 2035. Fremskyndes denne plan burde, alt andet lige, kunne medføre reduktioner i NOx

⁵⁷ I CBA-sammenhæng benævnes det også som år 0.

Tabel 9: Oversigt over investerings- og driftsomkostninger samt reduktionspotentiale ved forskellige teknologiske løsninger

Udleder	Teknologi	Investeringsomkostninger (2009 - DKR)	Driftsomkostninger (DKR)	Reduktionspotentiale (1.000kg NOx)
Kraftværker	Frekvent udskiftning af katalysator – lag	-	113.00.000	6.000
Kraftvarmeværker	SCR på gasmotoranlæg	315.000.000	12.718.000	2.916
Fjernvarmeværker	Lav-NOx brændere			
	- Gasfyrede kedler	126.000.000	-	220
	- Oliefyrede kedler	70.000.000	-	222
Industrianlæg	Lav-nox brændere			
	- Gasfyrede kedler	280.000.000	-	293
	- Gasolie kedler	210.000.000	-	1.288
Affald	- SCR		156.910.000	2.400

Note: Tallene er præsenteret i bilag 1 og er baseret på COWI (2009)

Foruden reduktionspotentialet ved de forskellige teknologier tilknyttes en værdi ved at benytte den enhedspris, der benyttes fra officiel side i Skatteministeriet. Dette er en værdi, der er estimeret af DMU, og den er fastsat til 50 kr./kg NOx i 2012-priser⁵⁸; i analysen justeres den med prisudviklingen. Cirka 80 % procent af skadesvirkningen er relateret til effekterne på leveår og værdien af et (menneskes) leveår er opgjort til 575.000 kroner (Skatteministeriet B 2011). Følsomhedsanalysen vil blive udført ved at variere diskonteringsrenten. Der benyttes således 5 % som standard, 3 % i henhold til DØRs anbefaling for miljøøkonomiske analyser og endelig en afgift på 10 % for blandt andet at illustrere et finanspolitisk hensyn.

7.1.5 Opgørelse af netto-nutidsværdi

Tabel 10 angiver resultaterne for analysen af de forskellige scenarier. Der er tale om hovedberegningen af nettonutidsværdien med de forskellige kalkulationsrenter.

Tabel 10: Oversigt over nettonutidsværdi (2012) – den samlede velfærdsgevinst i perioden 2012-2020

Kalkulationsrenten	Scenarier	Nettonutidsværdi (mio. kr.)	Difference
Kalkulationsrente 5 %	Basisscenarie	7.354	-
	Scenarie 1	11.092	3.739
	Scenarie 2	14.389	3.297
Kalkulationsrente 3 %	Basisscenarie	8.149	-
	Scenarie 1	12.195	4.046
	Scenarie 2	15.829	3.634
Kalkulationsrente 10 %	Basisscenarie	5.778	-
	Scenarie 1	8.895	3.117
	Scenarie 2	11.515	2.620

Kilde: Egne beregninger – se dokumentations CD'en

⁵⁸ Skadesvirkningen af et 1kg udledt NOx kan dog også opgøres afhængig af industrien

Resultaterne viser ikke overraskende, at nettonutidsværdien er størst i scenarie 2 for alle 3 kalkulationsrenter som følge af, at der i dette scenarie sker den største reduktion af NOx. Til trods for de forvridningsmæssige omkostninger som følge af delvis tilbageførsel af provenuet, er der således en klar velfærdsøkonomisk gevinst ved en alternativ afgift, der i højere grad kan sikre, at der bliver investeret i NOx-reducerende teknologi.

Tabellen ovenfor angiver dog den samlede nettonutidsværdi for NOx-reduktionen, og det er tidligere blevet påpeget, at kun 6 % af den dansk udledte NOx har konsekvenser for Danmark. Dette gør sig således også gældende for reduktionerne og resultatet kan derfor justeres, så det kun er de danske velfærdsøkonomiske gevinster, der opgøres.

Tabel 11: Oversigt over nettonutidsværdien (2012) – den danske andel af de velfærdsøkonomiske gevinster

Kalkulationsrenten	Scenarier	Nettonutidsværdi (mio. kr.)	Difference
Kalkulationsrente 5 %	Basisscenarie	441,2	-
	Scenarie 1	665,5	224,3
	Scenarie 2	863,4	197,8
Kalkulationsrente 3 %	Basisscenarie	489,0	-
	Scenarie 1	731,7	242,8
	Scenarie 2	949,7	218
Kalkulationsrente 10 %	Basisscenarie	346,7	-
	Scenarie 1	533,7	187,0
	Scenarie 2	690,9	157,2

Kilde: Egne beregninger – se dokumentations CD'en

Ved justering af resultaterne fremstår den velfærdsøkonomiske gevinst markant mindre for alle scenarier.

Endelig kan effekten på leveår medtages som en alternativ måde at opgøre gevinsten ved NOx-reguleringen. Som tidligere nævnt er NOx i høj grad en transnational forureningstype, og derfor medtages både effekten på danske og europæiske leveår. Det ses, at den alternative afgift kan mere end fordoble antallet af leveår, der reddes i perioden 2012-2020.

Tabel 12: Leveår reddet ved de forskellige scenarier

Scenarier	Område	Sparede leveår 2012-2020
Basisscenariet	Europæiske ⁵⁹	13.323
	Danske	799
Scenarie 1	Europæiske	19.706
	Danske	1.182
Scenarie 2	Europæiske	26.806
	Danske	1.608

Kilde: Egne beregninger – se dokumentations CD'en

Det er en interessant pointe, at de danske virksomheder afholder alle omkostninger forbundet med investeringerne i scenarie 2, men at det danske samfund kun opnår 6 % af den velfærdsøkonomiske gevinst. Udregnes en nettonutidsværdi for de samlede investerings- og driftsomkostninger for virksomhederne i scenarie 2 med en kalkulationsrente på 5 % fås en nettonutidsværdi på 1.905 mio. kr. Dette kan sammenholdes med den velfærdsgevinst, der fås ved investeringer på henholdsvis europæisk og dansk niveau. Der benyttes til denne udregning den velfærdsøkonomiske gevinst, der opnås

⁵⁹ Europæiske indeholder også de sparede menneskeliv i Danmark. De danske konsekvenser er udregnet som en andel af de europæiske med baggrund i 6.1.5, hvor det nævnes, at kun 6 % af den indenlandsk udledte NOx får konsekvenser for danskerne mens resten eksporteres.

ved investeringerne i NOx-reducerende udstyr – altså differencen mellem scenarie 1 og scenarie 2 ved 5 % diskonteringsrente. Udregnes forholdet mellem gevinster og omkostninger fås et forhold på 1,7:1 på europæisk niveau, mens det for Danmark isoleret set vil give et forhold på 1:0,1. Det kan forstås sådan, at hver gang en dansk virksomhed investerer en krone i NOx-reducerende udstyr, vil der være en velfærdsøkonomisk gevinst svarende til 1,7 kroner på europæisk niveau, men kun 0,1 krone i Danmark.

Endelig kan det være relevant at sammenligne scenarie 2 diskonteret med den højeste kalkulationsrente med scenarie 1, hvor den officielle kalkulationsrente benyttes. Brugen af den høje kalkulationsrente i scenariet, hvor der tilbageføres midler, kan benyttes som udtryk for et hensyn til den finanspolitiske virkelighed, som staten står overfor, hvor begrænsede ressourcer i høj grad skal allokeres mest effektivt. Ved en kalkulationsrente på 5 % for Scenarie 1 og 10 % for Scenarie 2 er der stadig en velfærdsøkonomisk gevinst ved at vælge den alternative afgiftsmodel. Dette ændres dog, hvis der i stedet benyttes en kalkulationsrente på 3 % i Scenarie 1, da de velfærdsøkonomiske omkostninger så overstiger gevinsten, diskonteret med 10 %, i Scenarie 2.

7.1.6 Delkonklusion

Denne delanalyses formål er at belyse de velfærdsøkonomiske konsekvenser ved forskellige afgiftsmodeller. Gevinsterne er angivet på både europæisk og dansk niveau. Både den nuværende afgift (Scenarie 1) og den foreslåede alternative afgift (Scenarie 2) giver betydelige velfærdsgevinster.

Scenarie 2 forudsætter dog, at danske virksomheder foretager investeringer i NOx-reducerende teknologi. Sammenholdes omkostningerne forbundet med denne investering med de danske velfærdsøkonomiske gevinster, fås et særdeles dårligt forhold mellem det investerede beløb og den velfærdsøkonomiske gevinst. Baseret på denne analyse er det umiddelbart ikke velfærdsøkonomisk en fornuftig beslutning for Danmark at benytte den alternative afgift til at øge reduktionerne, da det kun er 6 % af konsekvenserne fra NOx-udledning, der vil påvirke Danmark. Resten eksporteres til have og lande nær Danmark (se afsnit 6.3.4). Langt størstedelen af de opgjorte velfærdsøkonomiske gevinster, der kan opnås ved en regulering af den nationale udledning, tilfalder altså *ikke* Danmark. For at sikre en maksimal dansk velfærdsøkonomisk gevinst bør man derfor fra politisk side arbejde målrettet for strammere regler for NOx-udledning internationalt. I første omgang vil det være oplagt at påvirke ambitionerne i EU-regi, der i det kommende NEC-direktiv⁶⁰ fastsætter målsætningen frem mod 2020. Fremskrivningen i basisscenenariet estimerer i øvrigt, at Danmark cirka reducerer NOx-udledningen med en tredjedel, svarende til omkring 40.000 tons frem mod 2020.

En statisk partiel velfærdsøkonomisk analyse har visse begrænsninger. Teorien, gennemgået i afsnit 5.1 og 5.2, tager udgangspunkt et lukket økonomisk system; der tages dermed ikke hensyn til udenlandsk konkurrence. Dette betyder, at opgørelsen af gevinsterne ikke tager højde for, at det kun er den indenlandske produktion, som begrænses. Betyder det for eksempel, som Skatteministeriet forventer, at mængden af importeret el øges, kan den reelle velfærdsgevinst være markant mindre afhængig af under, hvilke forhold denne el produceres. Ydermere tager den benyttede enhedspris ikke

⁶⁰ National Emissions Ceiling

hensyn til de negative velfærdsøkonomiske effekter det kan have, at konkurrenceevnen, alt andet lige, vil blive forværret ved en forhøjelse af afgiften. Enhedsprisen for NOx-reduktion er således primært baseret på helbredskonsekvenserne forbundet med NOx-udledning. Afsnit 7.3 og 7.4 vil kompensere for dette manglende fokus på konkurrenceevnen og kan ses som den kvalitative vurdering, enhver CBA bør indeholde.

7.3 Cases – de budgetøkonomiske konsekvenser

Dette afsnit vil bestå af cases baseret på interviews med berørte producenter. Hensigten er at illustrere konsekvenserne for de berørte producenter i den samlede analyse. Hvor den velfærdsøkonomiske analyse anlagde et makroperspektiv vil cases give et mikroperspektiv på problemstillingen.

Der er forskel på, hvilke forhold de udvalgte producenter producerer under. Et lokalt varmeværk vil således principielt kunne overvælde hele afgiften på forbrugerne i form af prisstigninger, mens kraft- og kraftvarmeværker i højere grad er konkurrenceudsatte som følge af, at de afsætter deres producerede el på el-børser, hvilket betyder, at produktionen af strøm kan flyttes ud til producenter, der muligvis udleder mere NOx end de danske værker jf. Skatteministeriets egen forventning til konsekvensen af afgiften. Ligeledes vil private virksomheder, der afsætter deres produkter i international konkurrence få hævet deres omkostningsniveau sammenlignet med deres konkurrenter, hvis disse ikke i samme grad er underlagt en afgift på NOx-udledning.

Casene er struktureret ud fra 8-10 spørgsmål, der har omhandlet følgende punkter:

- Driftsøkonomiske konsekvenser
- Investeringsmæssige konsekvenser
- Beskæftigelsesmæssige konsekvenser
- Deres forslag til en alternativ måde at opnå reduktioner i NOx-udledningen således konkurrenceevnen ikke bliver forringet.
- Deres holdning til den alternative afgift

Spørgsmålene har sat rammen for interviewet og nedenfor er informationen sammenfattet. De interviews, der er foretaget personligt, og dermed optaget, kan findes i fuld længde på dokumentations-CD'en som lydfiler. Casene er forsøgt indsamlet, så de er repræsentative i forhold til afgiftens konsekvenser, men det har vist sig at være svært at få især private industrivirksomheder til at deltage. Således er blandt andet 7 af de største industrielle udledere blevet kontaktet under forløbet, men kun Cheminova havde mulighed for at deltage. Ideelt set var der medtaget endnu en stor industriel udleder, men dette har ikke været muligt. Hvilke producenter og interesseorganisationer, der er kontaktet i forbindelse med casene, er dokumenteret i bilag 6.

7.3.1 Møldrup Varmeværk

Kontaktperson: Driftsleder Palle Nielsen

Møldrup Varmeværk er et relativt lille kraftvarmeværk, der servicerer 560 forbrugere – primært private forbrugere, mindre erhvervsdrivende og offentlige institutioner. Det er et kraftvarmeværk, og den producerede el bliver afsat via Nordjysk Elhandel på Nordpool-børsen. Selve værket består af to natur-

gasfyrede motorer og to kedler. I det tilfælde, at de to gasfyrede motorer ikke kan levere tilstrækkelig med varmt vand, aktiveres kedlerne. Motorerne og kedlerne yder tilsammen årligt omkring 20,4 GWh⁶¹, fordelt på 6,2 til elproduktion og 14,2 til varmereproduktion. I forhold til udledningen af NOx bliver der jævnfør nedenfor ikke foretaget konkrete målinger, der bliver dog foretaget årlige kontrolmålinger, og her er motorerne blevet målt til at udlede henholdsvis 500 og 535mg pr m³ gas.

Produktionskapaciteten på værket overstiger ikke den nedre grænse for måling på 10MW (pr. kedel eller motor), og derfor påføres det i stedet en afgift på 4 øre pr forbrugt m³ gas i kedlerne og 0,139 kr pr forbrugt m³ gas i motorerne. Nedenfor er angivet udgifterne til NOx-afgift angivet henholdsvis før og efter forhøjelsen af afgiften baseret på forbruget af gas fra 1/7-2011 - 30/6-2012⁶²:

Tabel 13: Møldrup varmeværks udgifter til betaling af NOx-afgiften

Udgift til NOx-afgift	1/7-2011 – 30/6-2012 (kr)	1/7-2012 – 30/6-2013 (kr)	Difference
Kedler	2.961	14.805	11.844
Motorer	41.964	204.457	162.493
Samlede udgifter	44.925	219.262	174.337

Afgiftsstigningen forventes altså at medføre en merudgift på cirka 175.000 kroner, der pålægges forbrugerne i form af en prisstigning på cirka 2 øre pr kWh.

Møldrup Varmeværk har allerede installeret denox-anlæg og foretaget de umiddelbart mulige justeringer af materiellet i produktionen. Afgiften har dog fremskyndet undersøgelsen af mulighederne for at indføre et system til intelligent styring af fremløbstemperaturen for at mindske energiforbruget og dermed indirekte reducere NOx-udledningen.

Palle Nielsen er umiddelbart positivt indstillet i forhold til forslaget om en ændret afgift, der gennem tilbageførsel af afgiftsprovenuet belønner energieffektive og miljørigtige producenter. Han tilkendegiver i øvrigt, at det konstant er en driftsøkonomisk vurdering, når det skal besluttes, om der skal installeres miljøforbedrende teknologi.

7.3.2 Viborg Kraftvarmeværk

Kontaktperson: Kraftvarmechef Benny Højholt

Viborg Kraftvarmeværk servicerer gennem dets 4 samarbejdspartnere cirka 11.000 kunder⁶³ og har en årlig produktion på 551 GWh, fordelt på 305 GWh til varme og 246 GWh til el (2011-tal). Sidstnævnte bliver afsat via Nordpool-børsen.

Som følge af NOx-afgiftens forhøjelse stiger afgiftsbetalingen fra 300.000 til cirka 1.300.000 kroner, hvilket betyder, at prisen stiger med cirka 3 øre pr kWh, da hele prisstigningen bliver videregivet til kunderne. Foruden selve betalingen har afgiften medført nødvendige kalibreringer af måleudstyr, men udgiften hertil vurderes som ubetydelig.

⁶¹ Baseret på data fra 30/6-2011 – 1/7-2012

⁶² Gasforbruget var for kedler og motorer på henholdsvis 370.132

⁶³ Overlund Fjernvarme, Viborg Fjernvarme, Boligselskabet Sct. Jørgen og Boligselskabet Viborg.

Viborg Kraftvarmeværk benytter, efter deres overbevisning, allerede det bedst tilgængelige udstyr i produktionen, blandt andet low-NOx brændere, og de reelle muligheder for at reducere NOx-udledningen er derfor små. Dog nævner Benny Højholt, at det måske er muligt at forbedre virkningsgraden og på den måde indirekte reducere NOx-udledningen⁶⁴. Der er ikke konkrete projekter i støbeskeen, da de som nævnt ovenfor, allerede mener at anvende den bedst tilgængelige teknologi. Kommer der nye løsninger er det noget, der vil blive taget i betragtning; dog selvfølgelig ud fra et driftsøkonomisk hensyn.

I forhold til den alternative afgift er Benny Højholt positiv stemt overfor muligheden for at tilbageføre dele af afgiftsbetalingen som en form for belønning til virksomheder, der producerer med lavest muligt NOx. Han henviser her til de erfaringer, der har været i forhold til CO₂-afgiften, der medførte bedre energileddelse, da tilbagebetalingen var betinget af CO₂-reducerende tiltag.

Helt grundlæggende mener Benny Højholt, at der er grundlag for en gennemgang af afgiftsstrukturen i Danmark: er der sammenhæng mellem de opstillede mål for den danske energiforsyning og de afgifter som producenterne er pålagt? Et eksempel på, at systemet er rigtigt i forhold til miljøhensyn er det faktum, at Viborg Kraftvarmeværk er forpligtet til at benytte naturgas i deres produktion. De må således ikke omstille (dele af) produktionen til for eksempel biobrændsel; selv ikke, hvis det er det driftsøkonomiske mest rationelle at gøre. Der er dog mulighed for at søge om at etablere anden produktion, hvis der opstår et ekstraordinært behov i forhold til den eksisterende kapacitet.

Ifølge Benny Højholt skyldes det især et hensyn til den indtægt, staten har ved at kraftvarmeværket benytter en afgiftspålagt energikilde som naturgas. Et alternativ hertil kunne, ifølge ham, være at pålægge producenterne en fast procentsats, der skulle betales af deres provenu, således at der var frihed til at producere på den måde, der vurderedes til at være mest hensigtsmæssig.

7.3.3 Affaldvarme Aarhus (forbrændingsanlægget)

Kontaktperson: Miljøingeniør Kenneth Egeskov

Affaldvarme Aarhus har ansvar for, at den samlede affaldsmængde i Aarhus Kommune håndteres og bearbejdes miljømæssigt forsvarligt. Dette indebærer bl.a. driften af et forbrændingsanlæg i Lisbjerg nord for Aarhus. Her forbrænder tre ovne årligt 234.000 tons affald og leverer samtidig kraftvarme. Varmen leveres til Aarhus Varmetransmission, der leverer varme til kunder i Aarhus og det østjyske opland; heraf står Affaldvarme Aarhus' forbrændingsanlæg for 17 % af den samlede mængde. Den producerede el afsættes på Nordpool-børsen. I 2011 var den samlede energiproduktion på 662,214 GWh og udledningen af NOx 296.887 kg.

Forbrændingsanlæggets udgift til NOx-afgiften er cirka 3.6 mio. kr. årligt – dette skal ses i forhold til en samlet årlig afgiftsbetaling til staten på cirka 100 mio. kr.

Der er installeret SNCR anlæg til rensning af NOx fra røggassen, og i forbindelse med afgiftens forhøjelse blev det driftsøkonomisk rentabelt at øge mængden af tilsat ammoniak. Herudover er der blevet foretaget flere justeringer af, hvor ammoniakken tilføres og af selve forbrændingsprocessen; alt sam-

⁶⁴ Virkningsgraden er et udtryk for forhold mellem den tilførte energi (f.eks. naturgas) og den producerede energi i form af el og varme. Et kraftvarmeværk sikrer således bedre udnyttelse af energien sammenlignet med et kraftværk.

men med det formål at minimere NO_x-udledningen. Det har medført, at anlægget har nedbragt NO_x-udledningen med cirka 30 % i forhold til før afgiftens indførelse. Justeringerne har været foretaget af personale ansat på forbrændingen og har som sådan ikke repræsenteret ekstra omkostninger; dog er omkostningerne til ammoniakforbruget øget. Forbruget af ammoniak er således steget fra 240.550 liter i 2011 til 314.700 liter og med udgangspunkt i literpris på ammoniak svarende til 2,15 kr. giver det en årlig udgift på henholdsvis 517.182,5 og 676.605 kr.

Der er en forventning om, at der fortsat kan optimeres på det eksisterende SNCR-system, og afgiften har ikke umiddelbart betydet overvejelser omkring nye investeringer i NO_x-reducerende teknologi som f.eks. SCR-systemer. Det er Kenneth Egeskovs vurdering, at en sådan investering på nuværende tidspunkt ikke er driftsøkonomisk rentabel. Hans bud er, at afgiften skal ramme 40-50 kr. pr. kg udledt NO_x, før det vil blive aktuelt at skifte til SCR, da det ændrer på en række forhold i forbrændingsprocessen. Det har hidtil vist sig, at når kravene for udledning af NO_x bliver skærpet, har det været muligt at optimere SNCR-systemet, om end grænsen for, hvor meget ammoniak, der kan tilsættes forbrændingsprocessen er ved at være nået. I stedet vil det fremover primært være, hvor ammoniakken indsprøjtes samt temperaturstyringen, der vil kunne optimeres.

I forhold til alternative afgiftsmodeller er Kenneth Egeskov positivt stemt overfor de modeller, der har været brugt i Sverige og Norge til at sikre incitamentet til reduktion og midlerne til investeringer i udstyr. Er der et reelt ønske om at reducere udledningen af NO_x, skal der således på en eller anden måde tilføres midler; som det er konstrueret nu minder det mest af alt om et forsøg på sikring af finansloven. Umiddelbart tror han ikke, at den model, der foreslås her i specialet vil føre til et decideret teknologispring, hvad angår affaldsforbrænding, da der er en forventning om, at SNCR-systemet også fremadrettet ville kunne optimeres⁶⁵.

7.3.4 Cheminova

Kontaktperson: VP, Corporate Communication, Lars-Erik K. Pedersen

Cheminova er en dansk kemikalieproducent, der primært producerer produkter til landbrugssektoren. Produktporteføljen består blandt andet af midler til ukrudt-, insekt- og svampebekæmpelse. I Danmark har Cheminova deres produktionsfaciliteter og hovedkvarter på Rønland ved Thyborøn; virksomheden har herudover kontorer og produktionsfaciliteter i udlandet. Den samlede omsætning er på cirka 6 mia. kr., hvoraf de cirka 1,2 mia. er produktionsomkostninger i Danmark. I alt beskæftiger Cheminova cirka 2.100 personer; 800 er ansat i Danmark.

Cheminova forbruger årligt 22.000.000 m³ naturgas og udleder omkring 100.000 kg NO_x fra deres produktion på Rønland. Der var allerede inden afgiftens indførelse installeret low-NO_x brændere, og det vurderes ikke at være rentabelt at investere i efterbehandling. I forbindelse med afgiftens indførelse er der blevet installeret målerudstyr. Dette har medført, at der betales en mindre afgift, end hvis

⁶⁵ Kenneth Egeskov nævner dog et alternativ – elprisen skal stige. Dette vil gøre det mere rentabelt at indføre SCR-teknologi. Røggassen skal således varmes op fra cirka 100 grader til 400 grader i forbindelse med SCR-processen, men opvarmningen foretages ved hjælp af damp fra turbinekredsen, hvor elproduktionen foregår. Der kan dog udnyttes noget varme fra SCR-processen til brug i fjernvarmenettet, men dette er ikke nær så profitabelt som elproduktion. En stigning i elprisen vil derfor kunne være medvirkende til et teknologispring.

man var fortsat med blot at betale afgift baseret på forbruget, da standardværdierne for naturgas' udledning af NOx pr forbrændt m³ er sat for højt i forhold til den reelle udledning hos Cheminova. De har således reduceret deres afgiftsbetaling uden at reducere NOx-emissionen. Der årlige udledning på 100.000kg NOx svarer til en samlet afgiftsbetaling 2.500.000 kroner.

Den forhøjede afgift medfører alligevel en stigning i omkostningerne. Grundlæggende kan Cheminovas omkostninger deles op i to halvdele. Den ene halvdel udgøres af råvarer, som er essentielle for produktionen, og som andre lignende producenter også skal bruge. Der er tale om råvarer, der kun i begrænset omfang er konkurrenceudsat. Den anden halvdel er udgifter til energi; her varierer omkostninger for virksomhederne afhængig af de rammeforhold, de er stillet overfor og deres energieffektivitet.

Umiddelbart har afgiften (endnu) ikke haft direkte effekt på beskæftigelsessituationen i den danske afdeling, men det er endnu en afgift, der påvirker rentabiliteten ved at producere i Danmark. Cheminova mener således, at NOx-afgiften skal ses endnu en afgift, der tynger industrien. I yderste konsekvens kan det betyde, at virksomheder lukker ned; mere sandsynligt er det dog, at danske og udenlandske virksomheder vil undgå at investere i Danmark på grund af de mange danske særregler. Dette er især relevant i forhold til NOx, da det både er et lokalt og grænseoverskridende miljøproblem. Cheminova har modsat energiproducenterne ikke de samme muligheder som eksempelvis et varmekværk for at overvælte afgiften til forbrugerne, da de er i stærk konkurrence med udenlandske virksomheder.

I forhold til designet af den nuværende afgift er det afgørende, at politikerne tager stilling til, om målet reelt er en miljøeffekt, eller der blot er tale om at skaffe et provenu. Hvis målet vitterligt er at reducere NOx-udledningen, bør politikerne også acceptere, at provenuet over tid falder i takt med, at industrien foretager investeringer, der sikrer en mere miljørigtig produktion. Cheminova har svært ved at se, hvorledes en afgift skulle decideret forbedre konkurrenceevnen.

I forhold til forslaget til en alternativ afgiftsmodel, hvor provenuet delvis føres tilbage til virksomhederne påpeger Cheminova, at det ikke nødvendigvis skyldes en manglende vilje til at foretage reduktioner fra virksomhedernes side. Virksomhederne er nemlig allerede underlagt de såkaldte BAT-krav⁶⁶, når der foretages nye investeringer. Ifølge Cheminova kunne en mulig årsag derimod være manglende teknologiske muligheder for yderligere reduktion.

7.3.6 Dansk Teknologi A/S

Kontaktperson: Forretningschef for BLUNOX SCR-Systemer, Kristian T. Lund

Dansk Teknologi A/S beskæftiger sig med udvikling af forskellige former for produkter for kunder samtidig med, at de har egne produkter rettet mod NOx-reduktion. I alt arbejder der 25 mand i på kontoret i Allerød, hvoraf 6 er fast beskæftiget med udvikling og salg af NOx-reducerende udstyr; antallet af medarbejdere, der er dedikeret til de forskellige områder varierer dog efter behov.

⁶⁶ Best Available Technology

De produkter, Dansk Teknologi har udviklet til NOx-reduktion, er systemer kaldet Blu-NOx og Airless Multipoint. Tilsammen udgør de et kompakt SCR-system, der kan installeres på både stationære anlæg og skibe med diesel- eller gasmotorer som en totalløsning. Systemet er umiddelbart unikt på markedet, da det reducerer NOx-udledningen med 95 % procent som standard samtidigt med⁶⁷, at det forbedrer energieffektiviteten med 6-9 procent. Udgangspunktet er en forbedret dyse til indføring af urea og en luftfri proces. Brugen af urea bliver problematiseret i bilag 1, men ifølge Dansk Teknologi omgås problemerne med korrosion ved at benytte rustfrit stål eller coatede materialer til rørføring og tanke, der kommer i kontakt med urea. Urea har den klare fordel, at det er nemt at håndtere og opbevare samtidig med, at det er billigere end ren ammoniak, der også kan benyttes i SCR-processer. Endvidere er der allerede etableret et omfattende distributionsnetværk af urea, da det også anvendes til at reducere større motorkøretøjers NOx-udledning.

Hidtil har Dansk Teknologi primært afsat deres produkter til skibe, men der foregår for tiden et stort opsøgende salgsarbejde, og der er optimisme i forhold til mersalg - blandt andet på baggrund af den forhøjede NOx-afgift. Forretningen er i høj grad drevet frem af de gældende afgifter på NOx, både i Danmark og i udlandet. Jo højere afgifter, jo hurtigere er et NOx-anlæg tilbagebetalt. Således vil et anlæg fra Dansk Teknologi installeret på en 2MW motor med det nuværende afgiftsniveau være tilbagebetalt på 2-3 år, hvis driftstiden er 3.000-4.000 timer. Der er indtil videre installeret SCR-anlæg fra Dansk Teknologi på både danske og norske skibe samt et stationært testanlæg, ejet af det danske søværn.

Afgiften har som sådan ikke forårsaget nye investeringer for Dansk Teknologis vedkommende; man investerer konstant i videreudvikling og optimering af produkter, således at disse lever op til lovkravene. Netop derfor kunne man også være interesseret i at indgå i et offentlig-privat samarbejde, for eksempel med henblik på at optimere virksomhedens SCR-system. Helt konkret nævnes det, at det kunne være interessant for Dansk Teknologi at samarbejde om udviklingen af nye og mere effektive partikelfiltre.

Dansk Teknologi benytter udelukkende danske underleverandører til deres SCR-system, og der kan derfor forventes anseelige beskæftigelseseffekter i tilfælde af øget salg⁶⁸. I forhold til det nuværende afgiftsniveau i Danmark er det ifølge Kristian T. Lund lige på grænsen i forhold til at argumentere for investeringen, da en del kraft/kraftvarmeværker måske kun har 2000 driftstimer årligt på en given motor, og det forlænger tilbagebetalingstiden. Tilbagebetalingstiden skal således ifølge ham gerne være relativt kort. Der bør dog i Danmark være et potentiale for videreudvikling af en industri beskæftiget med NOx-reduktion, da der allerede er flere virksomheder, som beskæftiger sig med det; indtil videre primært rettet mod skibsfart.

I forhold til optimering af afgiften mener han, at der bør kigges mod de norske erfaringer (se afsnit 6.4.1), hvor der etableres en fond, som støtter NOx-reducerende tiltag og herudover giver ekstra støtte til teknologier, der ikke betragtes som modne endnu. Således vil støtten til et traditionelt SCR-anlæg være mindre end nye alternative teknologier, uden at det dog ændrer ved de klare fordele, der er ved

⁶⁷ Det skulle endda være muligt at indstille udstyret til at reducere NOx yderligere, men det vil på nuværende tidspunkt kræve et større forbrug af urea.

⁶⁸ De katalysatorer de benytter fra Haldor-Topsøe bliver dog pt. produceret i USA

at investere i SCR for skibe. Herudover ydes der støtte til forbruget af urea i SCR-processen. Generelt mener han, at afgiften bør konstrueres således, at den føres tilbage for tiltag, der kan dokumentere en NOx-reducerende effekt, hvad end der er tale om installation af SCR-anlæg, energibesparelser eller noget helt tredje.

Han er umiddelbart positiv overfor den foreslåede afgiftsændring, som er baseret på delvis tilbageførsel af provenuet, men han mener, der vil være potentiale i at udvide den til andre sektorer såsom transportsektoren. Det vigtigste er, at der gives støtte til at installere den nødvendige teknologi, hvis en sektor bliver pålagt en afgift. Herudover er Dansk Teknologi, som tidligere nævnt, afhængig af lovgivningen/afgiftsniveauet. For at forløse erhvervspotentialet skal en dansk afgift således følges op med en indsats på for eksempel EU-niveau, hvilket vil åbne for eksport af danskudviklede løsninger.

7.3.7 Delkonklusion

Casene har til formål at illustrere, hvilke effekter afgiften har på mikroniveau.

For de virksomheder, der har en meget energitung produktion, hvad enten der er tale om energiforsyning eller procesvirksomheder, har afgiften umiddelbart ikke haft betydning for investeringerne i NOx-reducerende teknologi. Det økonomiske incitament har været for lille, og måske er de bedst mulige løsninger allerede implementeret; casen om Aarhus Affaldvarme viser dog, at der kan være muligheder for optimering af eksisterende systemer. Afgiften betyder, at omkostningerne stiger og konkurrenceevnen bliver derfor forringet, hvad end der er tale om produktion af el eller kemikalier, selv om det ikke umiddelbart har beskæftigelsesmæssige konsekvenser. Det samlede afgiftstryk kan imidlertid på sigt betyde noget for viljen til at foretage investeringer i danske produktionsanlæg.

Afgiftens betydning for dansk erhvervsliv skal dog vurderes i en bredere kontekst end blot proces- og energivirksomhederne. Dansk Teknologi er således én af en række danske virksomheder, der har kompetencer indenfor udvikling af NOx-reducerende løsninger. Disse virksomheder er afhængige af både nationale samt internationale reguleringer for at gøre deres løsninger rentable og et hjemmemarked, der kan agere løftestang for udviklingen, vil kunne give dem en konkurrencemæssig fordel⁶⁹.

Hvad angår den foreslåede alternative afgift var producenterne overordnet set positive overfor ideen om at benytte provenuet som et middel til at opnå yderligere NOx-reduktion. Den alternative afgift vil forøge det økonomiske incitament og reducere tabet i konkurrenceevne samt understøtte udviklingen af ny teknologi i højere grad end den nuværende.

Casene viser, at en vurdering af afgiftens konsekvenser for konkurrenceevnen skal skelne mellem sektorspecifik og national konkurrenceevne. Næste afsnit vil klarlægge potentialet for at udvikle NOx-reducerende teknologi i Danmark på basis af den alternative afgift og dermed samlet set forbedre konkurrenceevnen.

⁶⁹ I forbindelse med indsamling af disse cases blev både Haldor-Topsøe og Emitec kontaktet. De producerer komponenter/udstyr til NOx-reduktion og gav begge udtryk for, at det danske hjemmemarked meget vel kan benyttes som midlertidig løftestang for udviklingen af produkter, men skal der opnås kommerciel succes skal der indføres hårdere krav internationalt, da det danske hjemmemarked ikke på sigt er rentabelt at udvikle til. Haldor-Topsøe påpeger yderligere, at de danske kompetencer primært ligger indenfor levering af udstyr til mindre anlæg. Der er dog, ifølge Haldor Topsøe et kommercielt potentiale i milliardklassen, hvis danske virksomheder formår at sætte sig på markedet for levering af SCR-anlæg til kraftvarmeværker, som fyrer med biobrændsler; der er ligeledes et stort potentiale i forhold til at udvikle løsninger til cementindustrien (se bilag 8).

7.4 Afgiften set i en triple-helix ramme

Dette afsnit vil primært have fokus på, hvorfor den foreslåede alternative afgiftsmodel er mere optimal i et samfundsøkonomisk perspektiv gennem dens effekt på konkurrenceevnen for både de afgiftspålagte virksomheder, men i særdeleshed den positive effekt for de virksomheder, der udvikler NOx-reducerede teknologi. Dermed indikeres også indirekte, hvorfor den nuværende afgift er mindre hensigtsmæssig konstrueret.

Triple-helix analysen benytter et dynamisk perspektiv sammenlignet med CBA'ns statiske udgangspunkt og udbygger pointen fra casestudierne omkring sektorspecifik konkurrenceevne ved at analysere mulighederne for (videre)udvikling af en industri baseret på løsninger til NOx-reduktion.

Det faktum, at der er tale om regulering af et miljøskadeligt stof, hvor staten giver reduktionsincitamentet betyder, at hovedvægten i analysen vil være på statens rolle i triple-helix ⁷⁰; inden bliver det godt gjort klart, at danske virksomheder og universiteter besidder et potentiale indenfor NOx-reduktion.

Inden analysen ved hjælp af triple-helix tilgangen foretages vil det blive begrundet, hvorfor det er en god ide at understøtte udviklingen af NOx-reducerende udstyr i Danmark med baggrund i den siddende regerings politiske målsætninger for energiområdet og det kommercielle potentiale.

7.4.1 Politisk begrundelse for en alternativ NOx-afgift

NOx-afgiften, hvad enten der er tale om den eksisterende eller den alternative version foreslået i dette speciale, bør være baseret på, hvilke ambitioner den siddende regering har; i dette tilfælde både på miljø- og erhvervsområdet.

Et regeringsgrundlag opstiller en given regerings generelle ambitioner for regeringsperioden. I regeringsgrundlaget "Et Danmark der står sammen" er der et klart fokus fra den nuværende regering⁷¹ på grøn omstilling af energiforsyningen, men også et ønske om at kombinere denne omstilling med en satsning på danske styrkepositioner indenfor såkaldt grøn teknologi⁷². Nedenfor er udvalgt en række citater fra regeringsgrundlaget, der illustrerer dette:

"Klimaudfordringen skal tages alvorligt og samtidig bruges som løftestang for innovation, jobskabelse, øget eksport af grønne teknologier, opkvalificering af arbejdsstyrken og involvering af kommuner og borgere i omstillingen. En nedbringelse af udslip af drivhusgasser vil samtidig reducere andre former for luftforurening markant, da en meget stor del af forureningen med bl.a. NOx og partikler skyldes afbrænding af fossile brændstoffer."

"Vores tilgang er, at det er ved at gå forrest med ambitiøse mål og en ambitiøs plan, at vi sikrer en grøn økonomi og erhvervsudvikling i Danmark, og gør Danmark klar til en fremtid, hvor al energi er vedvarende."

⁷⁰ En mere omfattende triple-helix analyse kunne analysere dybere, hvorvidt samspillet mellem de relevante virksomheder, universitetsafdelinger og statslige institutioner fungerer i praksis under den eksisterende afgift. Det er dog svært at gøre før afgiften har haft en effekt i praksis og de analyser baseret på triple-helix som litteraturindsamlingen har tilvejebragt er da oftest analyser foretaget ex ante,

⁷¹ Socialdemokraterne, Radikale Venstre og Socialistisk Folkeparti

⁷² Pointerne er sidenhen blevet gentaget og uddybet i udspillet "Vores Energi" (2011), der beskriver regeringens vision for fremtidens energiforbrug og -forsyning.

"Regeringen vil opprioritere forsknings- og udviklingsmidlerne til klima- og grønne energiteknologier."

"Derfor skal der udvikles grønne virksomheder. Blandt andet inden for energi, miljø-, og bioteknologi. Og der skal stilles krav til dem. Men også sørges for, at de konkurrenceudsatte og energiintensive virksomheder får tid til at tilpasse sig. Det er simpelthen økonomisk fornuft at begrænse forbruget af knappe ressourcer."

(Regeringsgrundlaget "Et Danmark der står sammen" - oktober 2011)

Der er altså et ønske om at skabe "grøn vækst" ved at gå forrest på klimaområdet i et forsøg på at skabe jobs og øge mængden af innovation. Det nævnes imidlertid også, at de øgede krav til virksomhederne skal tage hensyn til deres konkurrencesituation. Umiddelbart forekommer den foreslåede alternative afgift baseret på tilbageførslen af afgiftsprovenuet at være mere i overensstemmelse med de ambitioner, som regeringsgrundlaget opstiller. Denne vil i højere grad understøtte de danske miljøteknologivirksomheder, der producerer NOx-reduktionsteknologi, og samtidig vil den tage hensyn til de konkurrenceudsatte producenter, der har energitunge processer. Endelig er den nuværende afgiftsmodel ikke afstemt i forhold til den Energiaftale, der blev indgået i foråret 2012, hvor det blev vedtaget at satse på vedvarende energi generelt og biogas i særdeleshed; NOx-afgiften rammer således også VE-brændsler, hvilket casen om Aarhus Affaldvarme viser.

7.4.2 Udviklingen af NOx-reducerende teknologi – kommercielt potentiale

Udviklingen af NOx-reducerende løsninger er umiddelbart forbundet med et betydeligt kommercielt potentiale, og dette blev til dels introduceret i forbindelse med cases. Potentialet skyldes overordnet set internationale forpligtelser vedrørende reduktioner af NOx samt en fortsat afhængighed af forskellige former for brændsel, herunder blandt andet naturgas og VE-gas, som energikilde.

Tidligere er det blevet vist, hvorledes både Danmark, Norge og Sverige har haft problemer med i tilfredsstillende grad at opfylde de målsætninger, som Gøteborg-protokollen opstillede for NOx-udledningen. Der er dog tale om et problem, der går igen hos adskillige europæiske lande. Således var der 12 af EU's 27 medlemslande, der i 2010 ikke levede op til Gøteborg-protokollens målsætninger (Bilag 7). De 12 lande omfatter, foruden Danmark, store økonomier som Frankrig, Spanien og Tyskland; sidstnævnte er traditionelt set et vigtigt eksportmarked for Danmark. Foruden de opstillede målsætninger er det interessant at se på udledningen pr indbygger. Her er danskerne nogle af dem, der udleder allermest NOx pr indbygger, hvorimod for eksempel Tyskland og Frankrig udleder mindre end gennemsnittet. Ligeledes er der flere af de lande, der har opfyldt målsætningen i 2010, som stadig har en udledning pr indbygger, der overstiger EU-gennemsnittet, blandt andet Polen.

Forudsat at målene frem mod 2020 ikke bliver mindre ambitiøse, end de mål der blev sat frem mod 2010, bør der derfor være et potentiale for at afsætte NOx-reducerede udstyr på det europæiske marked.

Foruden de internationalt fastsatte målsætninger om at reducere NOx er der som nævnt en ambition i Danmark om at sikre et energisystem, der i 2050 er baseret udelukkende på vedvarende energikil-

der⁷³. Dette indebærer blandt andet indfasning af større mængder vindenergi, men med tiden også såkaldte VE-gasser, i energisystemet. Naturgas og VE-gas vil agere som den fleksible energikilde i et system, hvor fluktuerende energiproduktion er uundgåelig. VE-gas fremstillet via elektrolyse kan end- og fungere som lagring af overskydende el, der vil kunne bruges, når eksempelvis vindmøllernes produktion ikke er tilstrækkelig (Energinet.dk 2011). Det betyder, at der også i det ønskede fremtidsscenarie for den danske energiproduktion er et behov for NOx-reducerende udstyr.

Endelig sker der i disse år en voldsom udvikling indenfor den globale gasreserve som følge af øget udnyttelse af den såkaldte skifergas⁷⁴. Denne gastype har i mange år været urentabel at udvinde, men stigende priser på olie og forbedring af udvindingsmetoder har medført, at der vil blive udvundet store mængde skifergas i de kommende år. Forekomsten af skifergas er anseelig, og især USA råder tilsyneladende over så store skifergasreserver, at det vil føre til, at USA i 2035 bliver nettoeksportør af energi. Ligeledes er der identificeret store skifergasreserver i det nordøstlige Danmark, der burde kunne udvindes (IEA 2012)

Udover et øget udbud af gas forventes også en øget efterspørgsel af gas - primært båret frem af Kinas, samt andre BRIC-landes, fortsatte vækst samt Japan og Tysklands udfasning af atomkraft⁷⁵ (IEA 2012).

Det lader altså til, at gas også i de kommende (mange) år vil blive benyttet som energikilde, og under forudsætning af, at der fortsat vil være et ønske om at minimere de skadelige effekter af NOx-udledning, bør der altså fortsat være et stort potentiale for at udvikle teknologi hertil.

7.4.3 Producenternes rolle

Ligesom det er tilfældet med casene er producenternes rolle delt op efter, hvorvidt det er en virksomhed, der kan profitere på NOx-afgiften ved at levere NOx-reducerende løsninger, eller om det er afgiftspålagte virksomheder.

De danske miljøteknologiske virksomheder indtager allerede en førerposition indenfor udvikling af NOx-reducerende teknologi, og med en forhøjet afgift på NOx burde disse virksomheder blive styrket (Ege og Jespersen 2011). Ligeledes har tidligere kortlægninger vist, at der er i Danmark eksisterer en række virksomheder, der har en styrkeposition indenfor NOx-reducerende udstyr (Miljøstyrelsen 2007).

I forbindelse med informationssøgningen og casestudierne til dette speciale er der identificeret flere af disse virksomheder, der i en eller anden grad arbejder med NOx-reduktion, hvad enten der er tale om leverandører af komplette kraft/kraftvarmeanlæg eller SCR-anlæg, der kan efterinstalleres. En del af

⁷³ Lignende omstillinger af energisystemet forventes gennemført i større eller mindre grad i andre nordvesteuropæiske lande (Energinet.dk 2011)

⁷⁴ Skifergas har den samme kemiske profil som naturgas – det der adskiller den fra den konventionelle naturgas er den bjergart den er lagret i.

⁷⁵ IEA (2012) estimerer således, at forbruget af gas kan vokste med 50% frem mod 2035, hvilket er mere end væksten i olie, kul og atomkraft tilsammen. Ligeledes vil gas overhale kul som den næst-vigtigste kilde i den globale energiforsyning. Der er valgt fokusere på gas i dette afsnit, da det er i overensstemmelse med de danske ambitioner for omstilling af energisektoren og dermed må antages blive prioriteret med offentlige støttemidler. Der er dog også store perspektiver i at udvikle NOx-reducerende udstyr til dieselmotorer, da et land som Kina har flere dieselmotorer end USA og Europa tilsammen samtidig med, at de løbende forbedrer kravene om NOx-udledning (Eco-Innovation 2012)

de kompetencer, der er i Danmark i forhold til NOx-reduktion er dog relateret til transportsektoren, men der lader til at være synergimuligheder imellem reduktionsløsninger til de forskellige sektorer. Casen omhandlende Dansk Teknologi viser således, at når det gælder SCR teknologi, er det muligt at udvikle løsninger, der kan anvendes på både gas- og dieselmotorer i flere forskellige sektorer. Yderligere er det interessant, at Dansk Teknologi producerer deres NOx-reduktions-system udelukkende ved brug af danske underleverandører, da det indikerer, at der eksisterer indenlandske kompetencer samtidig med, at der er beskæftigelsesmæssige effekter forbundet med større udbredelse af danskproducerede NOx-reduktions teknologier.

Herudover er Haldor-Topsøe en af de helt store aktører indenfor både NOx-reduktion og miljøteknologi generelt. Haldor-Topsøe producerer katalysatorerne til fjernelse af NOx ved hjælp af SCR. Endvidere tilbyder de at udføre design af de kritiske komponenter i anlæg baseret på SCR. De agerer som samarbejdspartner, men overlader levering af de fulde anlæg til andre virksomheder; eksport står for 90 % af deres omsætning.

De virksomheder, der er blevet identificeret i forbindelse med dette speciale, udgør muligvis ikke en udtømmende liste over virksomheder med kompetencer indenfor området, men de indikerer alt andet lige, at der blandt danske virksomheder eksisterer nogle kompetencer indenfor området⁷⁶. Yderligere kan den store udbredelse af decentrale kraftvarmeværker og den grønne omstilling af energisystemet give nogle komparative fordele, da Danmark har omfattende erfaring med brugen af kraftvarmeværker samt har opstillet relativt ambitiøse mål for sammensætningen af fremtidens energiforsyning.

Kompetencerne opstår dog ikke kun gennem forskning og udvikling hos leverandørerne af NOx-teknologi – de svenske erfaringer viser, at afgiften skaber incitament til at justere og optimere forbrændingsprocessen hos de afgiftspålagte virksomheder (Sternier og Turnheim 2009).

De svenske undersøgelser fokuserer primært på udviklingen op gennem 1990'erne og starten af 2000'erne, så det er en mulighed, at dele af disse forbedringer kommer fra lettilgængelige løsninger, der i Danmark muligvis allerede er implementeret som følge af den kvoteregulering, producenterne var underlagt inden afgiften trådte i kraft. Jævnfør casen om Aarhus Affaldsvarme lader der dog til at være et potentiale, da der her allerede er opnået reduktioner af NOx-udledningen ved, at interne teknikere har justeret røggasrensingsprocessen. Udfordringen er at sikre diffusionen af den viden, der opnås hos de enkelte producenter, til andre producenter med lignende anlæg.

7.4.4 Universiteternes rolle

I triple-helix teorien er der fokus på universiteternes rolle og hvordan de, foruden målet om undervisning og forskning, kan påtage sig en aktiv rolle i innovationsprocessen. En grundpræmis for dette er ifølge Etzkowitz (2008), at universiteterne bliver tildelt kontrol over deres egne intellektuelle rettigheder. I Danmark har disse rettigheder været sikret universiteterne siden 2000, hvor forskerpatentloven tildelte universiteterne ansvaret for kommerciel udnyttelse af de frembragte forskningsresultater (Danske Universiteter 2010). Dette skete for at fremme universiteternes eget incitament til at foretage erhvervsrelevant forskning, men også for at sikre samarbejdet og finansieringen fra private aktører.

⁷⁶ Det er desværre ikke muligt, at identificere virksomhederne baseret på branchekoder pga. virksomhederne befinder sig i forskellige brancher

Danske universiteter bliver af Etzkowitz (2012) fremhævet som værende langt fremme i processen med at integrere samarbejdet med erhvervslivet i forskningsprocessen og gøre den viden, der frembringes på universiteterne, tilgængelig for eksterne virksomheder gennem samarbejde. Siden 2000 har de danske universiteter da også øget antallet af indleverede patentansøgninger markant, fra 25 i 2000 til 109 i 2009, og i 2009 var der 46 årsværk, der kun beskæftigede sig med sikring af universiteternes kommercielle rettigheder (Danske Universiteter 2010)

I Danmark er det dog ikke kun universiteterne, der foretager forskning ud fra et almenyttigt formål. Således eksisterer der 9 såkaldte godkendte teknologiske serviceinstitutter (GTS). Formålet med GTS-institutterne er at udvikle teknologiske og rådgivningsmæssige kompetencer, der kan komme dansk erhvervsliv til gode, og kompetencerne stilles til rådighed på markedsvilkår. Institutterne er dog delfinansieret af det offentlige, og der opstilles nogle fælles mål over en 3-årige periode, der skal opfyldes i henhold til en resultatkontrakt.

I Danmark er der umiddelbart to forskningsinstitutioner, som er særligt interessante, hvad angår forskning i løsninger, der har betydning for NO_x-reduktion.

Udover ekspertise indenfor standard SCR-processer arbejder DTU's afdeling for Energikonvertering og Lagring målrettet med udviklingen af såkaldt elektrokemisk rensning af røggas, hvor elektrokemiske celler, der indeholder aktive keramiske materialer; disse kan reducere både NO_x og sod fra udledningen. Der er tale om en ny tilgang til NO_x-reduktion i forhold til de eksisterende SCR-systemer, der har en række fordele:

- Der skal ikke benyttes tilsætningsstoffer
- Ingen ædelmetaller i elektroderne
- Lav pris
- Kompakt enhed

Den nuværende forskning foregår i samarbejde med partnere fra det private med ekspertise på området, blandt andet Haldor-Topsøe⁷⁷. Casene viser at de eksisterende SCR-løsninger muligvis er for dyre i forhold til den pålagte afgift, og at den nuværende afgift derfor ikke vil føre til et teknologispring. Det er derfor særdeles interessant, hvis DTU og samarbejdspartnerne kan introducere en løsning på markedet, der fungerer mindst ligeså effektivt, men til lavere investerings- og driftsomkostninger.

Den anden forskningsinstitution, der bør fremhæves, er GTS-instituttet FORCE Technology (FT). Dette GTS institut har en særlig ekspertise indenfor målinger af mikropartikler, herunder NO_x, og i forhold til at estimere et givents anlægs potentielle udledning af blandt andet NO_x. Sådanne målinger er en forudsætning for at basere NO_x-afgifter på den reelle udledning og muligheden for konstant at optimere produktionen i forhold til NO_x-udledningen.

Pt. deltager FT blandt andet i et projekt vedrørende udbredelse af beregningsværktøjer baseret på computational fluid dynamics. Med dette kan en producent simulere udledningen af forskellige stoffer allerede i projekteringsfasen af nye anlæg, og dette kan være med til at sikre minimal udledning af

⁷⁷ <http://www.ecs.dtu.dk/Forskning/Rensning%20af%20r%C3%B8ggasser.aspx>

NOx. De eksisterende modeller er ret omkostningstunge, og det er målet, at den kommende model vil kunne benyttes i flere virksomheder end hidtil og medføre energieffektiviseringer.⁷⁸

7.4.5 Statens rolle

Staten spiller, som tidligere nævnt, en helt central rolle, både når det gælder om at skabe incitamentet til at reducere NOx-udledningen og facilitere samarbejdet mellem aktørerne i triple-helix. I teori afsnittet omhandler triple-helix blev der afslutningsvist opstillet områder, som staten i en succesfuld triple-helix ifølge Etzkowitz(2008) bør udfylde en rolle indenfor for at sikre landets evne til at innovere. Områderne vil nedenfor blive gennemgået i en dansk kontekst med et primært fokus på den alternative afgiftsmodel.

I forbindelse med casene blev det klart, at NOx-reduktion er drevet af lovgivningen og hvor stor en pris, der skal betales for udledningen af NOx. Hvorvidt virksomhederne investerer i NOx-reduktion er således en driftsøkonomisk vurdering baseret på størrelsen af afgiften - hvis man virkelig ønsker, at afgiften skal reducere NOx, bør der tages hensyn til dette faktum.

Den nuværende afgift er muligvis for lav i forhold til at sikre et markant økonomisk incitament til investeringer i NOx-reduktion. I casene blev det især påpeget af Aarhus Affaldsvarme og Dansk Teknologi, der ikke mente, at den nuværende afgift sikrede et tilstrækkeligt incitament til at investere i ny teknologi. Derimod vil den foreslåede alternative afgift øge det økonomiske incitament til reduktion; alt andet lige vil en reduktion nemlig øge den enkelte virksomheds andel af det tilbageførte provenu. Den reelle omkostning ved at udlede NOx vil stige ved en afgift, der er baseret på (delvis) tilbageførsel af provenuet, så lang tid tilbageførslen ikke er baseret på det indbetalte afgiftsbeløb, men derimod for eksempel forholdet mellem NOx/GWH (Det Økologiske Råd 2011 B). Etzkowitz mener staten skal benytte skattesystemet offensivt i innovationsindsatsen, og der er en omfattende litteratur, som beskæftiger sig med sammenhængen mellem omkostningsniveauet, i dette tilfælde afgiftsstørrelsen, og innovation. Arbejdet udspringer af John Hicks klassiske værk "Theory of wages" fra 1932, hvori han opstiller følgende hypotese:

"A change in the relative prices of the factors of production is itself a spur to invention, and to invention of a particular kind – directed to economizing the use of a factor which has become relatively expensive"

(John R. Hicks "The Theory of Wages" (1932))⁷⁹

Hypotesen er særligt interessant i forhold til miljøreguleringen, da den antager en sammenhæng mellem økonomiske incitamenter og innovationsprocessen. Newell et al (1998) efterprøvede teorien empirisk ved at se på sammenhængen mellem innovation i form af energieffektivisering og stigende energipriser. Resultatet er en klar sammenhæng mellem stigende energipriser og innovationer relateret til energieffektivisering – en sammenhæng der sidenhen er blevet underbygget. Således laver Popp (2001) en lignende estimation og kommer frem til at: *"The most significant result is the strong, positive impact energy prices have on new innovations. This finding suggests that environmental taxes and*

⁷⁸ <http://www.forcetechnology.com/da/Menu/Udvikling-og-innovation/Teknologisk-fundament-for-CFD/>

⁷⁹ Citatet er taget fra Newell et al (1998)

regulations not only reduce pollution by shifting behavior away from polluting activities but also encourage the development of new technologies that make pollution control less costly in the long run. My results also make clear that simply relying on technological change as a panacea for environmental problems is not enough. There must be some mechanism in place that encourages new innovation". Endvidere påpeger han, at økonomiske incitamenter kun er en delforklaring, da der skal eksistere såkaldt brugbar viden indenfor det område, man ønsker innovationerne skal ske indenfor. Efterspørgslen skal således mødes af et udbud af ideer, hvilket tillægger vidensinstitutionerne og samspillet med erhvervslivet en markant betydning.

Derfor skal staten foruden skatteincitamentet sørge for, at grundforskningen får tilført midler; i praksis vil modtagerne være universiteter. Etzkowitz (2008) mener, at dette sikrer den såkaldte lineære innovationsmodel, hvor grundforskning fører til innovation, der kan diffunderes. Den alternative afgift, der er foreslået i dette speciale, afsætter 20 % afgiftsprovenuet, svarende til 142 mio. kr i 2013, til forsknings- og udviklingsaktiviteter. Foruden grundforskningen bør staten sikre, at der er risikovillig kapital til investeringer i innovationer, hvad enten det er ved at stille garanti overfor private investorer eller direkte offentlige investeringer. Dette skal kompensere for det såkaldte "financing gap", der kan være en konsekvens af den asymmetriske information, som kan opstå imellem innovator og den potentielle investor (Hall og Lerner 2009).

Hvorledes andelen af provenuet fra afgiften skal fordeles i praksis, imellem f.eks. grundforskning og risikovillig kapital, vil række udover dette speciales rammer. Det er dog interessant i forhold til de direkte offentlige investeringer, at der er et eksisterende offentligt institutionelt apparat, der burde kunne håndtere de ekstra midler med relativt få omkostninger. Dette skulle kombineres med en formålsbeskrivelse, hvor der er fastlagt nogle mål for investeringer i NOx-reducerende teknologi. Det vil her være oplagt at lade sig inspirere af de norske erfaringer, hvor der ikke kun ydes støtte til teknologi, der målrettet reducerer NOx, men også tiltag, der indirekte reducerer udledningen; det kunne for eksempel være brændselsskift, energieffektiviseringer mm.. I praksis kunne der opstilles mål for, hvor meget støtte, der skulle ydes til direkte og indirekte tiltag på samme måde som provenuet deles op efter grundforskning og innovationer.

Generelt kan de forskellige offentlige institutioner, der har til formål at støtte udviklingen af ny teknologi, deles op i regionale⁸⁰ og nationale organisationer samt netværksgrupper og investeringsprogrammer/fonde; dog kan den enkelte organisation have overlappende funktioner.

De regionale vil ofte have fokus på at etablere netværk imellem relevante aktører i et bestemt afgrænset geografisk område, finansiere indledende omkostninger til udviklingen af forretningsplaner og agere sparringspartner, når der skal søges potentielle investorer, offentlige såvel som private. Der kan være tale om et samarbejde mellem regioner/kommuner, universiteter og de virksomheder, der befinder sig i regionen indenfor et givent fokusområde – for eksempel energi eller medico.

Eksempler på de nationale organisationer, der finansierer offentlige-private samarbejder om innovation, kunne være:

- Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP)

⁸⁰ Regionale forstås her som organisationer støttet/administreret af kommuner og regioner

- ForskEL
- Højteknologifonden

Fælles for dem alle er, at de allerede har et fokus på offentlig-privat samarbejde i overensstemmelse med grundtanken fra triple-helix teorien og ligeledes allerede har eller har haft NOx-reduktionsprojekter i deres portefølje⁸¹.

MUDP, der er et program under Miljøministeriet, skriver decideret på deres hjemmeside, at de ønsker at støtte partnerskaber, der *"prioritere(r) partnerskaber indenfor områder, hvor Miljøministeriet og danske aktører på miljøområdet står over for særlige udfordringer i de kommende år. Det kan f.eks. være områder, hvor der skal ske noget som følge af ændringer af den eksisterende regulering eller som følge af andre prioriteringer på miljøområdet."*⁸². I henhold til denne formulering vil det altså være oplagt, hvis en markant ændret NOx-afgift blev fulgt op med øgede investeringer i partnerskaber, der forsøger at udvikle NOx-reducerende teknologier. NOx-reduktion er et område MUDP allerede har sat fokus på i 2012, men paradoksalt nok er det rettet mod sektorer, med undtagelse af biomasse, der ikke bliver ramt af den eksisterende afgift (Miljøministeriet 2012)⁸³.

ForskEL, der er et udviklingsprogram administreret af Energinet.dk, har til formål at fremme miljøvenlig el-produktion og har fokus på blandt andet implementeringen af biogas. Deres portefølje har i de senere år omfattet en del projekter rettet mod NOx-reduktion⁸⁴ - i øvrigt umiddelbart flere end for eksempel EUDP. Der er tale om projekter på både universiteter og hos private aktører, men man har også fokus på konsortier mellem (flere) virksomheder og universiteter⁸⁵.

Endelig giver Højteknologifonden, som navnet antyder, støtte til højteknologiske projekter, og de støtter såkaldte højteknologiske platforme, der minder om ForskEL's konsortietankegang. Formålet med Højteknologifondens arbejde er således at støtte projekter med et betydeligt erhvervsmæssigt potentiale, der samtidig sikrer teknologioverførsel og samarbejde mellem offentlige forskningsinstitutioner og private virksomheder.

Ovenstående organisationer er altså en del af det eksisterende institutionelle apparat, der i Danmark allerede varetager rollen som investor i innovationer, og som ville kunne håndtere den andel af afgiftsprovenuet, der tildeles F&U aktiviteter.

Foruden at understøtte de indenlandske vilkår for udviklingen af NOx-reducerende teknologi, så bør der følges op med et politisk arbejde for at fastsætte ambitiøse mål for udledningen af NOx i de andre EU-lande, eventuelt med opfordringer til at indføre lovgivning, der giver det nødvendige økonomiske incitament. Der er to årsager til, at det er vigtigt for Danmark, at der bliver indført strengere krav for NOx-udledning.

For det første blev det klart i den velfærdsøkonomiske cost-benefit analyse, at det er nødvendigt for at realisere den maksimale velfærdsøkonomiske gevinst ved NOx-regulering og casene viste, at konkur-

⁸¹ Andre mulige investeringsprogrammer kunne være Vækstfonden og Energiteknologisk Udvikling og Demonstrationsprogram (EUDP).. Især EUDP kanalisere store beløb ud til energiforskning årligt, men de er fravalgt, da deres umiddelbare fokus er på, at gøre Danmark fri af fossile brændstoffer og dermed primært indirekte reducere NOx-udledning. De udvalgte organisationer er valgt med baggrund i deres fokus på (avanceret) miljøteknologi

⁸² http://www.ecoinnovation.dk/Emneoversigt/Partnerskaber_milj%C3%B8teknologi/

⁸³ Brændeovne og skibe

⁸⁴ Baseret på en oversigt over alle støttede projekter på energinet.dk

⁸⁵ <http://energinet.dk/DA/FORSKNING/ForskEL-programmet/Sider/default.aspx>

renceudsatte producenter vil få forringet deres konkurrenceevne sammenlignet med producenter i Danmarks nabolande..

For det andet er det afgørende for at forløse det kommercielle potentiale, der er forbundet med en satsning på NOx-reducerende teknologi. Således er tilbagemeldingen fra flere af de danske producenter af NOx-reducerende teknologi, at det danske hjemmemarked har mulighed for at agere "løftestang" for udviklingen, men at det på sigt vil være nødvendigt at afsætte på andre og større markeder.

7.4.6 Delkonklusion

Triple-helix afsnittets anlægger, modsat cost-benefit analysen, et dynamisk analytisk fokus på, hvorvidt en ændring af den nuværende afgift til den foreslåede alternative variant, kan sikre det økonomiske incitament og have en positiv effekt på konkurrenceevnen – især for de virksomheder der udvikler NOx-reducerende løsninger. Det blev klarlagt, at det både kommercielt og politisk vil være fornuftigt at sikre udviklingen af NOx-teknologi – noget som den nuværende afgift i mindre grad gør. Foruden tilbageførsel af provenuet er en vigtig komponent i den alternative afgift den støtte, der skal gives F&U aktiviteter. I Danmark er der allerede virksomheder og vidensinstitutioner med kompetencer indenfor NOx-reduktionsteknologi, der ville kunne indgå i et offentligt-privat samarbejde fremadrettet. Det afgørende er, hvorledes staten agerer. I henhold til de af Etzkowitz (2008) opstillede betingelser er der gode muligheder for i Danmark at skabe grundlaget for en industri baseret på NOx-reduktion gennem offentlig privat samarbejde. Især er det værd at bemærke, at den eksisterende institutionelle ramme i form af offentlige fonde/støtteprogrammer ville kunne håndtere de ekstra midler der skal give sikre risikovillig kapital til innovative NOx-reduktions projekter. Dette vil lette implementeringen i praksis og minimere administrationsomkostningerne. Det afgørende for effekten på den samlede konkurrenceevne er, hvorvidt forringelsen i visse sektorer kompenseres gennem en forbedring af andre sektors konkurrenceevne. Den nuværende afgift rammer kun de energitunge producenter uden at sikre incitamentet til at investere i ny teknologi. Dette incitament vil i højere grad blive sikret ved den alternative afgift samtidig med at udviklingen af NOx-reducerende teknologi styrkes. Forudsætningen for, at de gode rammer i Danmark kan forløse potentiale for industri baseret på reduktionsteknologi er imidlertid, at der politisk arbejdes mod stramninger af reglerne for NOx-udledning

8) Konklusion

Formålet med specialet er at klarlægge de samfundsøkonomiske konsekvenser den forhøjede NOx-afgift vil have, men også om det er muligt at optimere afgiften under hensyn til statens provenu og de ønskede reduktioner. Der blev derfor opstillet et bud på en alternativ afgift, der blev analyseret sideløbende med den nuværende afgift. Deres betydning for samfundsøkonomien blev primært vurderet ud fra deres velfærdsøkonomiske effekt og konsekvenserne for konkurrenceevnen.

Analysen viste, at den nuværende afgift kan have en negativ samfundsøkonomisk effekt. Om end den fører til reduktioner i NOx-udledningen, så er den forventede velfærdsgevinst overdrevet, da Danmark har minimal indflydelse på det danske NOx-niveau – vi er afhængige af den udenlandske udledning. Den forhøjede afgift medfører tab af konkurrenceevne og udflytning af produktion til nabolande, der muligvis har produktionsprocesser, som udleder mere NOx end de danske. Herudover sikrer den *ikke* et økonomisk incitament for de afgiftsramte producenter til at investere i NOx-reduktionsteknologi, hvilket betyder at det fulde potentiale for reduktioner, baseret på eksisterende teknologier, ikke bliver udnyttet.

Ved at benytte den foreslåede alternative afgift, kan en forhøjelse af afgiften på NOx-udledning benyttes offensivt til at forbedre den samlede danske konkurrenceevne. Det økonomiske incitament til reduktion øges, konkurrenceevnen for de afgiftspålagte producenter forværres ikke i samme grad og den giver mulighed for gennem offentlig-privat samarbejde at udvikle danske miljøteknologiske virksomheder med kompetencer indenfor NOx-reduktion. Samlet set vil den alternative afgift sikre, at forringelsen af konkurrenceevnen i en sektor kompenseres ved forbedring af konkurrenceevnen i en anden, mens NOx-reduktionen øges. Den alternative afgift fremstår derfor samfundsøkonomisk mere optimal baseret på både en kvantitativ og kvalitativ analyse. Den nuværende afgifts mangler kan skyldes de ikke særlige omfattende undersøgelser, der dannede beslutningsgrundlag for vedtagelsen af afgiften, og at erfaringerne fra Norge og Sverige, med hensyn til afgiftsdesign, reelt blev ignoreret i udformningen af afgiften.

Et gennemgående tema for alle tre delanalyser er dog vigtigheden af, at politikerne arbejder for ambitiøse internationale NOx-reduktionsforpligtelser. Dette er en nødvendighed, hvis den maksimale velfærdsøkonomiske gevinst skal indfries, forringelsen af konkurrenceevnen skal minimeres og det kommercielle potentiale i NOx-reduktionsteknologi forløses. Lykkedes dette er der potentielt store samfundsøkonomiske gevinster forbundet med at pålægge NOx-udledningen en afgift, især hvis den alternative afgift foreslået i dette speciale bliver benyttet.

9) Perspektivering

I forbindelse med indsamlingen af cases tog jeg kontakt til en dansk virksomhed, der havde været aktiv i debatten vedrørende NOx-afgiften og her indikerede, at den kunne få konsekvenser for virksomhedens muligheder for fortsat at producere i Danmark. Korrespondancen med direktøren afslørede to ting. For det første var det ikke kun NOx-afgiften i sig selv, der udgjorde problemet, men det samlede afgiftstryk, og for det andet var det ikke kun afgifternes betydning for de direkte omkostninger, der havde betydning for konkurrenceevnen; det var i høj grad også den effekt, de havde på investeringsbeslutningerne i virksomhederne. De høje danske afgifter medfører, at det ud fra et driftsøkonomisk synspunkt ofte vil være bedre at investere i miljøteknologi end i produktivetsfremmende og produktforbedrende tiltag. Der kan derfor være en risiko for, at høje miljøafgifter forskyder investeringer fra tiltag, der forbedrer virksomhedernes konkurrenceevne over i mod tiltag, der minimerer afgiftsbetalingen. Det er en interessant og relevant pointe med tanke på udviklingen i den danske produktivitet, hvor den siden 1995 har haft en svagere udvikling sammenlignet med lande som Tyskland og Sverige (se bilag 9).

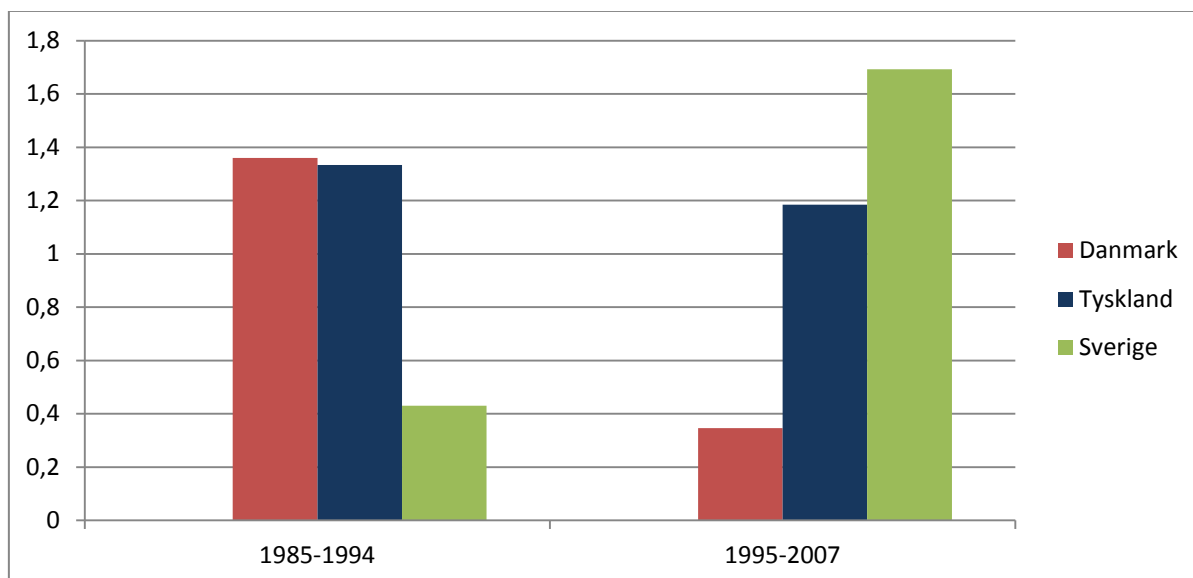
Et eksempel på en analyse af de forskellige faktorerers bidrag til den samlede produktivitet er en Cobb-Douglas funktion, som er opstillet af DØR (2010). Den beskriver sammenhængen mellem bruttoværditilvæksten på den ene side og kapitalen (K), arbejdskraften opgjort i antal timer (H) samt kvaliteten af denne (Q) på den anden. Desuden er der en variabel for, hvor effektivt disse inputs benyttes (A).

$$BVT = AK^{\alpha}(QH)^{1-\alpha}, \text{ hvor } 0 < \alpha < 1$$

I praksis estimeres bidraget fra hver enkelt variabel på nær teknologi, A, der opgøres som en residual, der betegnes totalfaktorproduktivitet (TFP)⁸⁶. Denne variabel udtrykker altså, hvorledes inputfaktorerne benyttes mere effektivt og kan derfor betragtes som en sektor eller et lands evne til at innovere.

Hvad angår den svagere danske udvikling i produktiviteten imellem 1995-2007, sammenlignet med Sverige og Tyskland, kan den ikke forklares med udviklingen i bidraget fra kapital og arbejdskraft, da den ikke har været markant anderledes sammenlignet med de to andre lande. Forklaringen skal derimod findes som i forskellene i TFP-udviklingen, der fremgår af figur 21 (DØR 2010)

Figur 21: Den gennemsnitlige vækst i TFP i to perioder for Danmark, Tyskland og Sverige



Kilde: OECD Statistics 2012

Sammenholdes ovenstående med det i Danmark markant højere grønne afgiftstryk, er det nærliggende at tro, at der kunne være en kausal sammenhæng mellem det højere grønne afgiftstryk og den ringe udvikling i TFP og dermed produktiviteten. Der er dog endnu ikke udført empiriske analyser af dette i en dansk sammenhæng, og de analyser, der er lavet på blandt andet udvalgte OECD-lande, er ikke entydige i, hvorvidt der er en positiv eller negativ sammenhæng mellem grønne afgifter og produktivitsudviklingen (Managi 2011)

En anden mulig forklaring på en eventuel negativ sammenhæng kan være den normale metode til opgørelse af bidraget fra kapital. Her sidestilles investeringer i eksempelvis partikelreducerende eller energieffektiviserende tiltag med tiltag, der måske i højere grad har en direkte effekt på timeproduktiviteten, såsom automatiseringstiltag. Således overvurderes de danske investeringer i kapital, da de muligvis i højere grad kan henføres til sikring af afgiftsminimering end egentlig produktivitsforbedringer.

Dette speciale analyserer kun konsekvenserne af en afgift, der udgør en brøkdel af de samlede danske grønne afgifter. Fremadrettet vil det være relevant at foretage en gennemgående analyse af, hvorvidt det danske afgiftssystem hæmmer mulighederne vækst i produktiviteten. Der er tale om et område som Produktivitetskommissionens igangværende arbejde ikke adresserer og der er umiddelbart ikke tidligere udført lignende undersøgelser i en dansk sammenhæng⁸⁷.

⁸⁷ I forbindelse med specialet har jeg været i dialog med Produktivitetskommissionen for at få klarhed over, hvorvidt det var en del af deres igangværende arbejde og om der eksisterede litteratur, der undersøgte i en dansk kontekst.

Litteraturliste

Nedenfor er de mange forskellige kilder, der er blevet benyttet i dette speciale listet. Først er titlen på den pågældende kilde angivet, herefter forfatter og årstal. I overensstemmelse med kildehenvisningsmetoden i selve specialet er de forskellige kilder opstillet i alfabetisk rækkefølge baseret på forfatterens/forfatternes efternavn(e) eller navnet på udgiverorganisationen. Er der tale om en avis eller magasinartikel er journalistens navn angivet i parentes efter mediets navn.

Flere af de angivne kilder vil desuden kunne findes på den vedlagte dokumentations CD i PDF-format.

Titel	Forfatter	Udgave	År
"Ethics and cost-benefit analysis" (Research Report 4)	Finn Arler	-	2006
"Energy economics – concepts, issues, markets and governance"	Subhes C. Bhattacharyya	-	2011
"Kritiseret miljøafgiftudsat med et halvt år"	Berlingske Tidende (Rikke Gredsted Seidenfaden)	-	30/11-2011
"Cost-Benefit Analysis – Concepts and Practice"	Anthony E. Boardman, David H. Greenberg, Aidan R. Vining og David L. Weimer	4.	2011
"Regeringen fortsætter skæv energibeskatning med NOx-afgiften"	Concito A	-	2011
"Den Samfundsøkonomiske Kalkulationsrente – fakta og etik"	Concito B	-	2011
"En opdateret analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NOx"	COWI (Miljøstyrelsen)	-	2009
"Projection of SO ₂ , NO _x , NH ₃ and particle emissions 2010-2030"	DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi	-	2012
"Den danske universitetssektor – kort fortal"	Danske Universiteter	-	2010
"Dansk miljøpolitik 2000-2010 – Biodiversitet og ægte opsparing"	De Økonomiske Råd	-	2012
"Dansk Økonomi efterår 2010"	De Økonomiske Råd	-	2010
"90% reduktion af giftige gasser i dieseludstødning" ⁸⁸ http://www.ecoinnovation.dk/Emneoversigt/Danske_cases_og_resultater/Danske_succeshistorier/Case_NoNOx_luft.htm	Ecoinnovation – (Miljøstyrelsen)	-	Set online november 2012
"Institutions and organizations in systems of innovation" udgivet i "Systems of innovation" af Charles Edquist	Charles Edquist Bjørn Johnson	-	1997
"Udvikling i emissioner af SO ₂ og NO _x fra	Energinet.dk	-	2012

2005 til 2011"			
"Systemplan 2011"	Energinet.dk	-	2011
"Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet"	Energistyrelsen	-	2011
"Energistatistik 2010"	Energistyrelsen	-	2011
"Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på Energiområdet"	Energistyrelsen	-	
Foredrag om triple- helix modellen af Henry Etzkowitz ved arrangementet "Det Entrepreneurante Universitet" afholdt hos NOVI	Henry Etzkowitz	-	2012
"The Triple-Helix – University-Industry-Government innovation in action"	Henry Etzkowitz	1.	2008
The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations"	Henry Etzkowitz Loet Leydesdorff	-	2000
"Why did greenhouse gas emissions increase in the EU in 2010?"	European Environment Agency	-	2011
"Budgetoversigt 3"	Finansministeriet	-	2011
"Danmark det mest lige land i OECD"	Finansministeriet	-	2010
"Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger"	Finansministeriet	-	1999
"The "National System of Innovation" in historical perspective"	Christopher Freeman	-	1995
"The financing of R&D and Innovation" udgivet i "Handbook of Innovation" (2010)	Brownyn H. Hall Josh Lerner	-	2009
"Dansk Energi og grøn tænketank går sammen mod regeringens NOx-afgift"	Information (Nola Grace Gaardmand)	-	8/12 2011
"Regeringen fik sin vilje: Ny NOx-afgift vedtaget"	Ingeniøren (Marc Prosser)	-	22/12- 2012
"Golden Rules for a Golden Age of Gas – World Energy Outlook Special report on Unconventional Gas"	International Energy Agency (IEA)	-	2012
"Abatement costs in response to the Swedish charge on nitrogen oxide emissions"	Lena Höglund Isaksson	-	2005
"Atmospheric pollution"	J.C. Jones	1.	2008
"Introduction to economic growth"	Charles I. Jones	2.	2002
"Aalborg Portland i chok over afgifter"	(Jyllands-Posten) Jens Kurt Jørgensen	-	23/11 2011
"Diskontering i miljøøkonomiske analyser -	Peter Kjellingbro	-	2004

Notat til Institut for Miljøvurderings miljøøkonomiske værktøjskasse"			
"Grøn Energi – vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler"	Klimakommissionen	-	2010
"The Triple Helix of University-Industry-Government Relations"	Loet Leydesdorff	-	2012
"The Triple-Helix Perspective of Innovation Systems)	Loet Leydesdorff	.	2010
"Taxonomy of Triple-Helix Innovation"	Jerome Leight	-	2011
"Innovation System Research and Policy - where it came from and where it might go"	Bengt-Åke Lundvall	-	2007
"Technology, natural resources and economic growth"	Shunsuke Managi	1.	2011
" MUDP - miljøløsninger til en grøn omstilling"	Miljøministeriet	-	2012
"Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter"	Miljøministeriet	-	2009
"Kan man tjene penge på ren luft? - danske styrkepositioner inden for teknologier, der reducerer luftforurening"	Miljøstyrelsen	-	2007
"Samfundsøkonomiske analyser: Problemstillinger og diskussioner"	Miljøstyrelsen	2.	2005
"Renere luft – den danske indsats"	Miljøstyrelsen	-	2002
"Institutions" udgivet i "The journal of economic perspective", vol 5	Douglas C. North	-	1991
"The Swedish charge on nitrogen oxides – cost-effective emission reduction"	Naturvårdsverket	-	2006
"The induced innovation hypothesis and energy-saving technological change"	Richard G. Newell Adam B. Jaffe Robert N. Stavins	-	1998
"Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O3) and PM"	Norwegian Meteorological Institute (NMI)	-	2011
"Rapport om oppfyllelse av forpliktelsene i reduksjon av NOx-utslipp for 2011 i miljøavtalen om NOx 2011-2017"	Næringslivets NOx-fond	-	2012
"Induced innovation and energy prices" – NBER working paper series	David Popp	-	2011
"Grøn afgift giver minimal miljøgevinst"	Politiken (Michael Rothenborg)	-	12/2-2012
"Høring af L 32 - forslag til lov om ændring af lov om afgift af kvælstof-oxider, lov om energiforsyning af mineralolieprodukter m.v. og lov om afgift af naturgas og bygas"	Procesindustrien	-	2011

"Et Danmark der står sammen" (Regeringsgrundlag)	Regeringen	-	2011
"Goodbye Washington Consensus, Hello Washington Confusion? A Review of the World Bank's Economic Growth in the 1990's: Learning from a Decade of Reform"	Dani Rodrik	-	2006
"Lov om ændring af lov om afgift af kvælstofoxider, lov om energiafgift af mineralolieprodukter m.v. og lov om afgift af naturgas og bygas"	Skatteministeriet (A)	-	2011
"Notat om helbredsvirkninger mv. Ved mindre udledning af NOx fra dansk område som følge af forhøjelse af NOx afgiften med 19,8 kr./kg"	Skatteministeriet (B)	-	2011
"NOx-udslippene ned 2 prosent"	Statistisk Sentralbyrå	-	2011
"Refunded emission payments theory, distribution of costs and Swedish experience of NOx abatement"	Thomas Sterner Lena Höglund Isaksson	-	2005
"Videnskabsteori – for begyndere"	Torben Thuren	2.	2007
"2002 OTC NOx Budget Program Compliance Report"	United States Environmental Protection Agency (USEPA)	-	2003
"Neoclassical Economics" http://www.econlib.org/library/Enc1/NeoclassicalEconomics.html	E. Roy Weintraub	-	Set online 15/8-2012
"There is no invisible hand"	Joseph Stiglitz (The Guardian)	-	2002
"Nedsæt Kalkulationsrenten"	Det Økologiske Råd og Dansk Fjernvarme (Jyllands-Posten) (A)	-	2011
"NOx-afgiften vil nedbringe luftforureningen og styrke beskæftigelse og eksport af ny, grøn teknologi"	Det Økologiske Råd og Dansk Miljøteknologi (B)	-	2011
"NOx-afgiften bør suppleres med en miljøbonus for reduktioner"	Det Økologiske Råd	-	2012

Datakilder

Nedenfor er de datakilder, der ikke stammer fra artikler, hjemmesider og lignende, angivet. For NO_x-udledningen er der tale om de officielle instanser, der står for rapporteringen af NO_x-udledningen i de respektive lande.

Data	Udgiver	Web-adresse	Måned - År
Den danske NO _x -udledning	Danmark Miljøundersøgelse	http://www.dmu.dk/luft/emissioner/air_pollutants/nox/	Maj 2012
Den svenske NO _x -udledning	Naturvårdsverket	http://www.naturvardsverket.se/en/In-English/Start/State-of-the-environment/Acidification/	September - 2012
EU-27's udledning af NO _x i forhold til målsætningerne opstillet i Gøteborg-protokollen	European Environment Agency	http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/emissions-nec-directive-viewer	Oktober 2012
Grønne afgifter for udvalgte EU-medlemslande	Eurostat	http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Environmental_taxes	Oktober 2012
Produktivitetsdata	OECD	http://stats.oecd.org/	November 2012
"Skattetryk for grønne afgifter"	Skatteministeriet A	http://www.skm.dk/tal_statistik/skatter_og Afgifter/675.html	Oktober 2012
"Afgifter - provenuet af afgifter og moms"	Skatteministeriet B	http://www.skm.dk/tal_statistik/provenuoversigter/672.html	Oktober 2012
Den norske NO _x -udledning	Statistisk Sentralbyrå	http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/hovedtabellHjem.asp&KortnavnWeb=luft	Juni - 2012

Bilag

Bilag 1 - Muligheder for reduktion

For at vurdere de nuværende reelle muligheder for at reducere NO_x-udledningen er det nødvendigt med et overblik over de eksisterende teknologiske muligheder. Fokus vil her primært være på de løsninger, der henvender sig til de stationære udledere, da det er disse, der bliver pålagt afgiften. Den primære kilde vil være udvalgte forslag fra rapporten "En opdateret analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x" (2009), der er udarbejdet af COWI for Miljøstyrelsen⁸⁹.

Stationære udledere er her primært energisektoren, men også store industrivirksomheder som Aalborg Portland. Energisektorens udledning stammer fra både kraftværker og kraftvarmeværker; hvilke muligheder, der er for reduktioner afhænger af hvilken type værker der er tale om. For alle de berørte sektorer vil investerings- og driftsomkostningerne blive angivet. Disse bliver brugt som en del af datagrundlaget for cost-benefit analysen og kan findes i afsnit 7.2.4 hvor der er en oversigtstabel, som sammenfatter den præsenterede data.

For kraftværker er den mest oplagte løsning at øge frekvensen, hvormed katalysatorlagene udskiftes. De fleste eksisterende danske anlæg bruger 2 katalysatorlag og har kapacitet til 3. Hidtil har det normale været at starte med to katalysatorlag ved ibrugtagning af et anlæg og efter 3-4 år er effekten af de to lag så nedsat, at der indsættes et tredje lag. Herefter skiftes et af lagene hvert 3-4 år for at holde en given gennemsnitlig effekt. Øges frekvensen i udskiftningen således, at anvendelsestiden for hvert lag reduceres fra 9-12 år til 6-9 år ville der kunne opnås en betydelig NO_x-reduktion⁹⁰. En forøget frekvens i udskiftning af lag estimeres således til at kunne fjerne 10 procent mere NO_x i forhold til nuværende udskiftningspraksis. Et katalysator-lag koster cirka 6-7 millioner kroner at udskifte og dermed vil en hyppigere udskiftning medføre at driftsomkostningerne stiger fra 1,5-2,3 millioner kroner til 2-3,5 millioner kroner årligt for kraftværket per enhed. Med udgangspunkt i, de samlede emissioner af NO_x for danske kraftværker i 2010 kan antallet af kedler estimeres til 41⁹¹. Tager der udgangspunkt i middelværdien for de angivne driftsomkostninger, så kan de årlige driftsomkostninger ved hyppigere udskiftning af katalysatorlagene estimeres til at udgøre 113 millioner kroner⁹². Reduktionspotentialiet kan ligeledes opgøres som middelværdien af de forventede 5-10 % reduktioner og vil dermed udgøre 9.000 tons NO_x⁹³.

Kraftvarmeværkernes og fjernvarmeværkernes reduktionsmuligheder er mere omfattende og i nogen tilfælde er der tale om mere komplekse løsninger. De vil i det følgende blive præsenteret med en antagelse om, at implementeringen af en løsning ikke forringer en anden løsnings reduktionspotentialer.

⁸⁹ Ved at benytte en rapport fra et tværfagligt konsulenthus som COWI omgås problemer i forhold til indsigten i hvilke teknologiske løsninger, der er tilgængelige.

⁹⁰ Denne brugstid vil i et 3-lagssystem betyde, at der udskiftes et lag hvert 2-3 år.

⁹¹ Estimationen af antallet af kedler er at finde på den vedlagte dokumentations CD.

⁹² Udregningerne af de forskellige årlige driftsomkostninger ved hyppigere udskiftning af katalysatorlag er tilgængeligt på den vedlagte dokumentations CD.

⁹³ For 5 % er der tale om et reduktionspotentialer svarende til 6.000 tons og for 10 % er det 12.000 tons NO_x.

En første mulighed er at anvende et såkaldt katalytisk de-nox anlæg, der fungerer ved hjælp af SCR⁹⁴, hvor man ved at tilføre en dosis urea (urinstof) eller ammoniakvand kan reducere NOx-udledningen. Sidstnævnte er umiddelbart det mest hensigtsmæssige at benytte i forhold til slid på anlægget.

Reduktionen sker ved, at ammoniak reagerer med NOx og dette er i stand til at reducere den oprindelige NOx-udledning med 80-95 %.



COWI (2009) estimerer at hvis der installeres lav SCR-anlæg på samtlige 501 gasmotorer i Danmark vil det have et reduktionspotentiale på 2.916 tons om året. Med udgangspunkt i en samlet kapacitet på 945 MW og en udgift på 1 mio. kr. pr 3MW vil de samlede investeringsomkostninger udgøre 315.000.000 kroner og herefter vil de årlige driftsomkostninger, herunder indkøb af ammoniak, udgøre 12.718.000 kroner⁹⁵.

SCR-processen



Kilde: Dansk Teknologi A/S

En anden mulighed er at øge antallet af såkaldte lav-NOx brændere i fjernvarmesektoren. Disse kan fungere på flere forskellige måder, hvor der enten manipuleres direkte med forbrændingstemperaturen eller tilgængeligheden af ilt eller kvælstof. Den hyppigst anvendte metode er overstøkiometrisk forbrænding (forbrænding med iltoverskud), hvor temperaturen sænkes til 1500 – 1200 °C. Det er netop forbrændingstemperaturen, der er helt centralt når det ønskes at reducere udledningen af NOx.

I 2009 var der cirka 346 anlæg og 20 % procent af disse var allerede forsynet med lav-NOx brændere. Det vil sige, at reduktionspotentialet er 80 % svarende til i alt 277 anlæg fordelt på 69 oliefyrede og 208 gasfyrede; henholdsvis 25 og 75 % af totalen. Den gennemsnitlige pris for lav-NOx brændere er cirka 1/3 lavere for gasfyrede kedler end olie; 51.000 versus 81.000 kroner per MW.

De samlede investeringsomkostninger forventes at være 126.000.000 for gas og 70.000.000 for olie.

Lav-NOx brændere er også den aktuelle teknologiske mulighed i industrisektoren. Det er estimeret, at der er 400 gaskedler og 300 gasoliekedler. Der er i forvejen installeret lav-NOx brændere på nogle anlæg. Dette gør sig angiveligt gældende for 50 % af gaskedlerne, mens det for oliekedler angiveligt er 30 %. Reduktionspotentialet er vurderet til at være 293 tons om året for gaskedler og 1288 tons om året for gasoliekedler. Den økonomiske belastning ved at skifte til lav-NOx brændere kan estimeres ved at tage afsæt i den samlede kapacitet i MW for de to forskellige typer af kedler og så tage ud-

⁹⁴ Selective Catalytic Reduction

⁹⁵ Indkøb af ammoniaks andel af driftsomkostningerne udgør 9.568.000

gangspunkt i omkostninger i kroner pr MW for en given kedeltype⁹⁶. Med udgangspunkt i omkostningerne pr MW for en 15MW kedel kan de samlede økonomiske omkostninger for installation af lav-NOx brændere estimeres til 280.000.000 og 210.000.000 kroner for henholdsvis gas- og gasoliekedler⁹⁷.

Det sidste område, der vil blive præsenteret er affaldsforbrænding, som er anlæg der reducerer affaldsmængden, men samtidig også producerer energi. Alle større danske anlæg har installeret SNCR (Selective non-catalytic reduction) og gennem bedre dosering af NH₃ og temperaturstyring kan der opnås en betydelig NOx-reduktion – helt op til 40 %. Således vil den samlede emission kunne gå fra 3500 tons til 2100 tons om året, hvilket giver en reduktion på 1400 tons om året⁹⁸. En anden mulighed er at installere SCR-anlæg (se beskrivelse ovenfor). Dette har meget større reduktionspotentiale sammenlignet med SNCR, da emissionen kan bringes helt ned på 1100 tons om året; svarende til en reduktion på 2.400 tons. Sidstnævnte løsning er dog også markant dyrere end SNCR. Ved en affaldsmængde på 3.400.000 tons (2007) kan omkostningerne således estimeres til 82.620.000 og 156.910.000 kroner for henholdsvis SNCR og SCR⁹⁹. Der er tale om årlige omkostninger, der er fordelt ud på anlæggenes levetid, der er angivet til 20 år. De to løsninger udelukker dog hinanden og i forbindelse med den velfærdsøkonomiske analyse vil den mest effektive, SCR, blive benyttet.

Foruden de ovennævnte teknologiske muligheder for reduktioner i eksisterende anlæg, der benytter fossile brændstoffer, er en anden, og muligvis mere effektiv måde, at transformere energiforsyningen, så den i højere grad består af de vedvarende energikilder, der ikke udleder NOx.

En analyse af mulighederne for reduktionen af NOx ved hurtigere omstilling til vedvarende energi vil dog være af en så omfattende karakter, at det som sådan ikke vil blive nærmere belyst i denne opgave. Fra beslutningstagers synspunkt er det dog yderst relevant at være bevidst om mulighederne for alternative strategier, hvis det ønskes at reduceres NOx-udledningen på den samfundsøkonomiske mest effektive måde.

Bilag 2 - Udvidet gennemgang af teoriparadigmer

I dette speciale bliver der benyttet to overordnede økonomisk teoriparadigmer; neoklassisk og institutionel (triple-helix). Neoklassisk økonomi er kendetegnet ved stærke antagelser omkring blandt andet individets rationelle og nyttemaksimerende adfærd. Pionererne indenfor neoklassisk teori var personer som Leon Walras, Vilfredo Pareto¹⁰⁰ samt Alfred Marshall og navnet neoklassisk teori kommer sig af, at disse mænd byggede videre på Adam Smiths arbejde

Ofte bliver økonomi refereret til som et af de samfundsvidenskabelige fag, der er allerlængst i forsøget på at fremsætte altomfavnende standardiserede teorier. Dette skyldes, at mainstreamopfattelsen af hvad økonomisk teori er, ofte er med neoklassisk teori in mente. Disse standardiserede teorier er også klart neoklassisk økonomis styrke, da den i høj grad er baseret på matematiske sammenhænge, hvilket muliggør at teste den empirisk og i nogen grad letter formidlingen.

⁹⁶ COWI viser omkostningerne for både 3MW og 15MW kedler. Omkostninger pr MW er størst for 3MW.

⁹⁷ Egne udregninger på baggrund af data fra COWIs rapport

⁹⁸ Udregningerne er baseret på de 6 største anlæg i Danmark. Herefter er reduktionsniveauer skaleret efter den samlede affaldsmængde.

⁹⁹ Der er foretaget en skalering i forhold til et regneeksempel i COWIs rapport

¹⁰⁰ Se afsnit "5.3 Introduktion til cost-benefit analysens elementer" for en kort introduktion til Vilfredos Pareto mest berømt bidrag til økonomisk teori – den såkaldte pareto ligevægt

Teorien skal dog benyttes varsomt, da de mange sammenhænge og diagramfremstillinger af virkeligheden tager udgangspunkt i et bestemt teoretisk ideelt og statisk institutionelt set-up, der understøtter en fuldkommen markedsøkonomi. I virkeligheden varierer dette set-up dog betragteligt imellem økonomiske systemer og det er derfor vigtigt, at brugen af neoklassisk teori sker med en erkendelse af teoriens begrænsninger (Thuren 2007; Stiglitz 2002; Weintraub 2012)

Den institutionelle tilgang til økonomi er i nogen grad opstået som et alternativ til den stærkt formaliserede og statiske tilgang som neoklassisk økonomisk teori repræsenterer. Hvor neoklassisk økonomi tager udgangspunkt i nogle almengyldige antagelser om økonomiens aktører og det institutionelle set-up vil den institutionelle økonomi tage udgangspunkt i det enkelte tilfælde. På grund af institutionel økonomis mindre formaliserede teorier kan det være sværere at give et entydigt svar på, hvad institutionel økonomi er. Nedenfor er der udvalgt nogle centrale citater fra betydningsfulde institutionelle økonomer, der tilsammen giver indtryk af, hvad institutionel økonomi er og hvorledes en institutionel analyse gribes an.

Det startede med den amerikanske økonom Thorstein Veblen, der i 1919 skrev, at "*(institutions are)... settled habits of thought common to the generality of man*". Veblens ideer havde dog svære kår i en tid, hvor det neoklassiske paradigme dominerede de (amerikanske) universiteter. Den institutionelle tilgang har dog i nyere tid fået en renæssance, hvor blandt andet Douglas North og Dani Rodrik har ydet markante bidrag¹⁰¹. De såkaldte nyinstitutionelle økonomer forkaster ikke komplet alle de neoklassiske forudsætninger, men tilpasser dem i nogen grad. Et eksempel herpå er, at i stedet for komplette rationelle økonomiske aktører vil aktørerne agere under såkaldte begrænset rationalitet, hvor de forsøger at optimere deres velfærd¹⁰² (Edquist and Johnson 1997).

Således vil en institutionel analyse have fokus på, hvilke institutioner en økonomi har, både officielle og kulturelle, og hvorledes de udvikler sig over tid. Institutionel økonomisk teori betragter økonomien ud fra et dynamisk og evolutionært synspunkt og forkaster den neoklassiske tese om at et økonomisk system kan være i optimum. Dani Rodrik (2006) forklarer det på følgende måde - "Different contexts require different solutions to solving common problems". I denne opgave vil institutioner forstås med baggrund i Douglas C. Norths definition:

"Institutions are the humanly devised constraints that structure political, economic and social interaction. They consist of both informal constraints (sanctions, taboos, customs, traditions, and codes of conduct) and formal rules (constitutions, laws, property rights)."

Douglas C. North – Institutions (1991)

For at opsummere, så bør en økonomisk analyse, baseret på institutionel teori, være kontekstspecifik og tage højde for de variationer, der er imellem økonomier/lande hvad angår både kultur og historie (Edquist og Johnson 1997).

Sideløbende med udviklingen af den (ny)institutionelle tilgang er der opstået en gren af økonomisk tænkning, der ud fra en systemopfattelse analyserer økonomier som nationale innovationssystemer;

¹⁰¹ Douglas C. North modtog i 1993 en Nobelpris for sit arbejde indenfor institutionel økonomi.

¹⁰² Oversat fra det engelske begreb "bound rationality".

eller på andre aggregeringsniveauer som for eksempel regionale eller sektorale innovationssystemer. Den institutionelle tilgang kombineres med grundtankerne fra evolutionær økonomi og der et klart fokus på økonomiers evne til at frembringe innovationer.

Der er principielt tale om to teoretiske tilgange – National Systems of Innovation (NSI) og triple-helix. NSI er især pioneret af personer som Christopher Freeman og Bengt-Åke Lundvall siden 1980'erne, men de påpeger selv, at deres arbejde bygger ovenpå den tyske økonom Friedrich List ideer fra 1841, hvor han omtaler et såkaldt "National System of Political Economy". Fokus i NSI tilgangen er på sammenhængen mellem en økonomis evne til at innovere og økonomisk vækst samt hvorledes denne evne kan optimeres. En økonomis institutionelle ramme er et helt centralt delelement af analysen i NSI-regi og NSI kan derfor i høj grad ses som en gren af institutionel økonomi (Freeman 1995).

Sideløbende med NSI er tankerne om et triple-helix system opstået; en tilgang, der især er pioneret af Henry Etzkowitz og Loet Leydesdorff. Her er fokus ligeledes på innovationssystemer, der menes at bestå af tre aktører; staten, universiteter og producenterne. Leydesdorff (2009) mener, at triple-helix adskiller sig fra NSI-tilgangen ved ikke at se innovationssystemer som nationalt afgrænsede og ikke ser producenterne som den centrale figur i innovationsprocessen. Denne proces er i stedet et resultat af et komplekst samspil mellem de tre aktører, der i perioder har overlappende roller i systemet.

"While NSI is ultimately an institutional program focused on wealth creation at the national—or mutatis mutandis, regional—level, Triple Helix provides a model of the structure and dynamics underlying the innovation system functioning at various levels. Unlike NIS (or RIS), the Triple Helix model does not presume a geographically delineated system, but it provides a framework for investigating empirical questions at a level of "systemness," defined in terms of regimes and trajectories. Are innovation systems aligned at the level of nations, sectors, regions, etc., and if so, to which extent? Can the variation be explained in terms of underlying structures—that is, selection environments—and their recursive interactions?"

Loet Leydesdorff – The Triple-Helix Perspective of Innovation Systems (2010)

Herudover tilbyder triple-helix ifølge Leydesdorff en mere detaljeret tilgang til de sub-dynamikker et innovationssystem består af og som, i overensstemmelse med det evolutionære økonomiske grundlag for modellen, skaber de (radikale) innovationer, der er med til at forandre systemet og skabe økonomisk vækst (Leydesdorff 2010).

Bilag 3 - Handel med NOx - det amerikanske kvotesystem

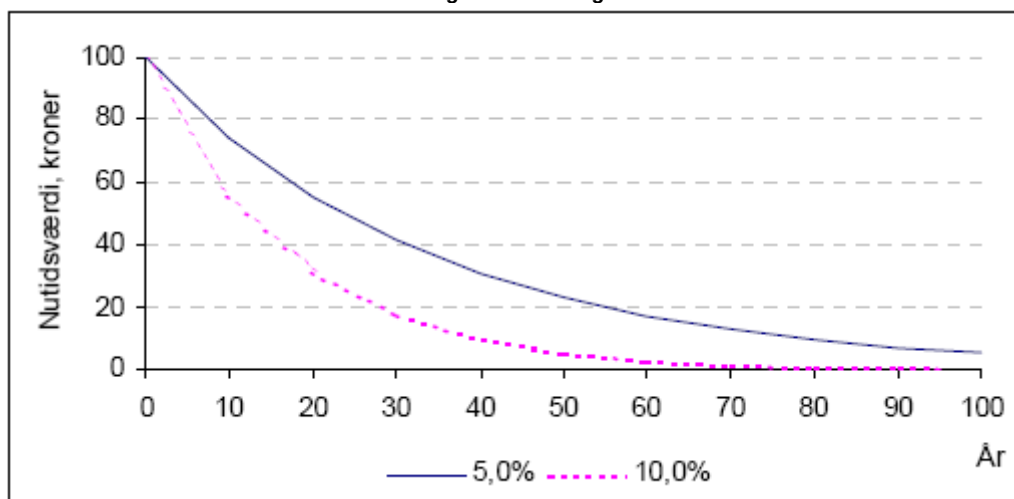
Modsat Norge og Sverige, hvor man har satset på indirekte påvirkninger af NOx-niveauet ved at skabe en incitamentsstruktur, der mere eller mindre frivilligt skabte reduktionerne, har USA satset på indførslen af et kvotesystem. Det grundlæggende princip i kvotesystem er, at man fra det offentlige sides fastsætter et acceptabelt niveau for forurening, der er lavere end status quo ville have skabt, og herefter fordeler kvoterne til de berørte emittenter baseret på historisk udledning. Overholder virksomhederne ikke målet for forurening pålægges de en straf. Den samlede kvote vil så løbende blive reduceret i henhold til de miljømæssige mål.

Det er muligt at handle med kvoterne, der kan betragtes som forureningstilladelser. Det er så op til virksomhederne, ud fra et driftsøkonomisk hensyn at vurdere, hvorvidt det er mest rationelt at reducere udledningen eller købe ekstra kvoter på markedet. Hensigten er, at de virksomheder, der med de mindste omkostninger kan sænke deres forurening vil vælge at gøre det og afsætte deres kvoter på markedet. De bestemmer desuden selv, hvilken teknologi de vil satse på for at nå målsætningen.

I USA blev et sådant system indført for handel med NO_x i forlængelse af miljøprogrammet Clean Air Act, hvis instrumenter umiddelbart ikke var i stand til at indfri målsætningen. Dette fik delstaterne i det nordøstlige USA, der var organiseret i OTC¹⁰³, til at etablere et kvotesystem. Projektet blev kaldt The NO_x Budget Programme og var inddelt i tre faser. I første fase, fra 1994-1999, indførtes de kontrolsystemer, der er nødvendige for at overvåge de berørte udlederes emission af NO_x; det var primært kraftværker og store industrielle udledere, der var en del af programmet. Herefter blev der i fase to og tre vedtaget, hvilke områder der skulle være ensartet i forhold til lovgivningen i de enkelte delstater og det fælles kvotehandelssystem blev etableret. Målene for den acceptable NO_x-udledning blev sat markant under det niveau, der var vedtaget fra føderal side. Således blev målet sat til 219.000 tons NO_x, hvilket var markant under 1990-niveauet på 490.000 tons, der blev brugt som baseline år. Programmet kørte fra 1999-2002 og bliver betragtet som en succes i forhold til de opsatte målsætninger om at nå markante NO_x-reduktioner på en omkostningseffektiv måde. Et yderligere bevis på succes er, at det sidenhen er blevet fulgt op af mere omfattende programmer både hvad angår antallet af stater og udledningsmålsætningen (USEPA 2003; Bhattacharyya 2011)

Bilag 4 - Diskonteringsrenter

Nutidsværdien af 100 kroner ved to forskellige diskonteringsrenter



Kilde Kjellingbro (2004)

¹⁰³ Ozone Transport Commission. Medlemsstaterne er Maine, New Hampshire, Vermont, Massachusetts, Connecticut, Rhode Island, New York, New Jersey, Pennsylvania, Maryland, Delaware, de nordlige distrikter af Virginia og the District of Columbia.

Benyttet diskonteringsrente i sammenlignelige lande (2005)

EU	4 %
Sverige	4 %
Norge	3-6 %
Tyskland	3 %
Holland	4 %
Finland	5 %
UK	3,5 %
Frankrig	8 % (5 % for drivhusgasser)
USA	3 % og 7 %

Kilde: Miljøstyrelsen (2005)

Bilag 5 – Detaljeret data for den danske NOx-udledning

Dette bilag indeholder forskellige datadokumentation, der detaljeret beskriver den danske udledning af NOx i periode 1985-2010

Dansk udledning af NOx 1985-2010 (tons)

NOx	Energisektor	Fremstillings og bygningssektor	Transportsektor	Ikke-industriel forbrænding	Andre	Total
1985	121603	25736	114078	32470	2283	296170
1986	133419	27113	119863	33330	2006	315731
1987	129467	26316	119803	30728	2014	308327
1988	120564	25013	121531	30507	1746	299361
1989	99287	26365	122829	29332	1832	279644
1990	94393	24358	128692	28936	1166	277546
1991	135764	26747	130880	31404	1246	326041
1992	95245	27472	128821	29062	1171	281770
1993	97988	27576	125894	29844	1062	282364
1994	103181	26622	125029	29755	1249	285835
1995	88413	26561	120144	31448	1024	267590
1996	126397	27710	116629	30923	942	302600
1997	85479	27985	111269	29829	1099	255660
1998	71143	28476	103757	29674	900	233950
1999	58964	27294	97280	30601	1192	215331
2000	50394	27018	91733	30930	960	201035
2001	50438	26631	88510	34354	962	200895
2002	52364	25214	85207	34192	885	197862
2003	62931	23959	84289	33940	975	206093
2004	51577	23487	82261	31671	834	189830
2005	45871	22988	79096	33635	491	182082
2006	50501	22875	77539	31725	495	183135
2007	41691	21216	75710	30107	439	169163
2008	32722	19207	68130	30627	404	151089
2009	28092	13902	59917	29516	357	131784
2010	26707	14308	57725	29650	381	128772

Kilde: Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser (2012) og egne udregninger

Udviklingen i den danske udledning af NOx 1985-2010 (1985 = 100)

NOx	Energisektor	Fremstillings og bygningssektor	Transportsektor	Ikke-industriel forbrænding	Andre	Total
1985	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1986	110%	105%	105%	103%	88%	107%
1987	106%	102%	105%	95%	88%	104%
1988	99%	97%	107%	94%	76%	101%
1989	82%	102%	108%	90%	80%	94%
1990	78%	95%	113%	89%	51%	94%
1991	112%	104%	115%	97%	55%	110%
1992	78%	107%	113%	90%	51%	95%
1993	81%	107%	110%	92%	47%	95%
1994	85%	103%	110%	92%	55%	97%
1995	73%	103%	105%	97%	45%	90%
1996	104%	108%	102%	95%	41%	102%
1997	70%	109%	98%	92%	48%	86%
1998	59%	111%	91%	91%	39%	79%
1999	48%	106%	85%	94%	52%	73%
2000	41%	105%	80%	95%	42%	68%
2001	41%	103%	78%	106%	42%	68%
2002	43%	98%	75%	105%	39%	67%
2003	52%	93%	74%	105%	43%	70%
2004	42%	91%	72%	98%	37%	64%
2005	38%	89%	69%	104%	22%	61%
2006	42%	89%	68%	98%	22%	62%
2007	34%	82%	66%	93%	19%	57%
2008	27%	75%	60%	94%	18%	51%
2009	23%	54%	53%	91%	16%	44%
2010	22%	56%	51%	91%	17%	43%

Kilde: Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser (2012) og egne udregninger

Forskellige sektors andel af den samlede NOx udledning 1985-2010

NOx	Energisektor	Fremstillings og bygnings- sektor	Transportsektor	Ikke-industriel forbrænding	Andre	Total
1985	41%	9%	39%	11%	1%	100%
1986	42%	9%	38%	11%	1%	100%
1987	42%	9%	39%	10%	1%	100%
1988	40%	8%	41%	10%	1%	100%
1989	36%	9%	44%	10%	1%	100%
1990	34%	9%	46%	10%	0%	100%
1991	42%	8%	40%	10%	0%	100%
1992	34%	10%	46%	10%	0%	100%
1993	35%	10%	45%	11%	0%	100%
1994	36%	9%	44%	10%	0%	100%
1995	33%	10%	45%	12%	0%	100%
1996	42%	9%	39%	10%	0%	100%
1997	33%	11%	44%	12%	0%	100%
1998	30%	12%	44%	13%	0%	100%
1999	27%	13%	45%	14%	1%	100%
2000	25%	13%	46%	15%	0%	100%
2001	25%	13%	44%	17%	0%	100%
2002	26%	13%	43%	17%	0%	100%
2003	31%	12%	41%	16%	0%	100%
2004	27%	12%	43%	17%	0%	100%
2005	25%	13%	43%	18%	0%	100%
2006	28%	12%	42%	17%	0%	100%
2007	25%	13%	45%	18%	0%	100%
2008	22%	13%	45%	20%	0%	100%
2009	21%	11%	45%	22%	0%	100%
2010	21%	11%	45%	23%	0%	100%

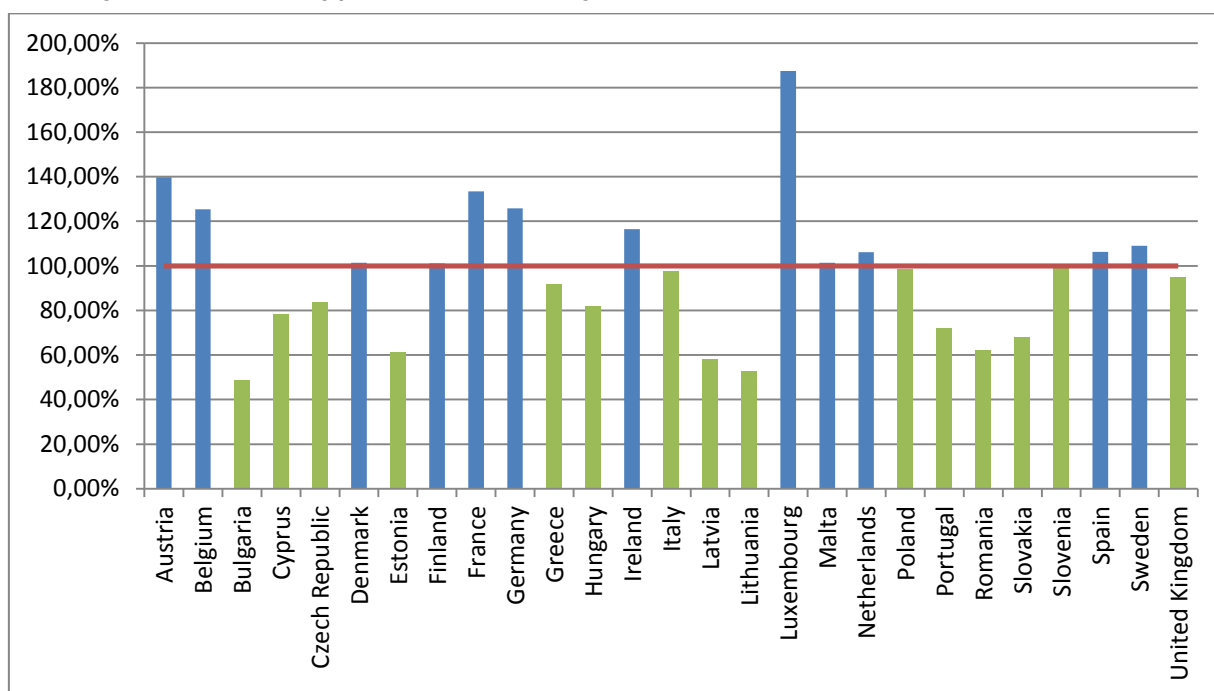
Kilde: Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser (2012) og egne udregninger

Bilag 6 - Kontaktede producenter og interesseorganisationer i forbindelse med fremstilling af cases

Industri	NOx-reducerende udstyr	Energiproducenter	Interesseorganisationer
Cheminova	Dansk Teknologi A/S	Møldrup Varmeværk	Dansk Industri
Danogips	Catcon A/S	Viborg Kraftvarmeværk	Dansk Gartneri
Maricogen	DiNex	Aarhus Affaldsvarme	Dansk Procesindustri
Nordic Sugar	Emitec		
Queen A/S	MAN-Diesel		
Rockwool A/S	BSWC		
Saint-Gobain Weber A/S	Haldor Topsøe		
Scanflavour A/S	Force-Technology (måling)		
Aalborg Portland			
Aarhus Karlshamn A/S			

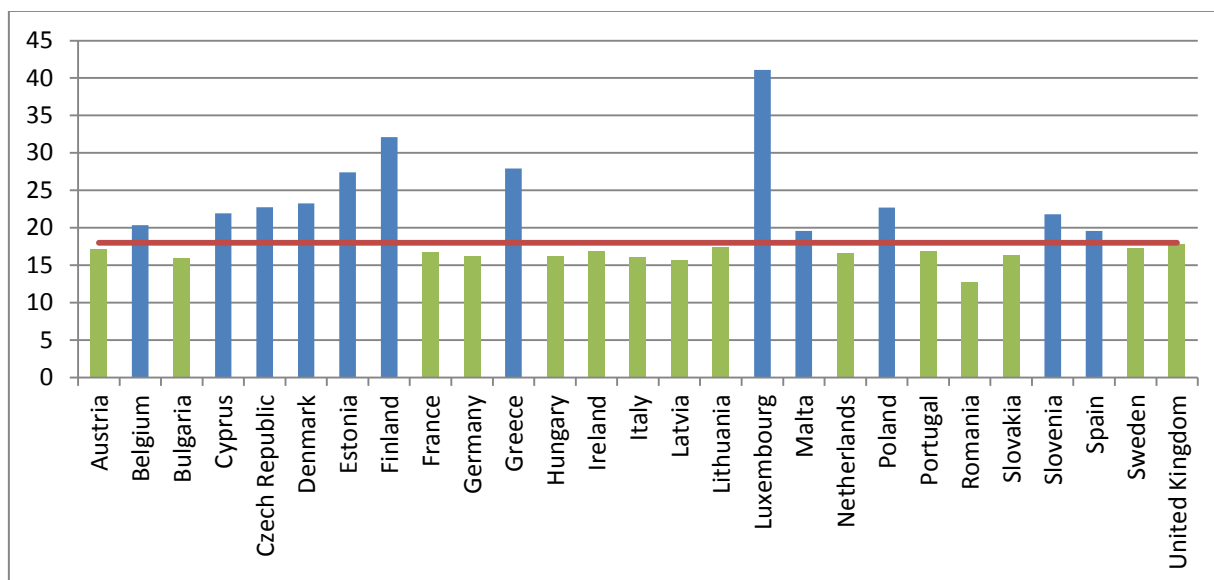
Bilag 7 – Data for EU landenes udledning af NOx

Udledning i forhold til Gøteborg-protokollens målsætning i EU-27



Kilde: European Environment Agency (2012)

Kg NOx udledt pr indbygger i EU-27 i forhold til gennemsnittet for EU-27



Kilde: European Environment Agency (2012)

Hej Thomas,

Topsøe er producent af katalysator til fjernelse af NOx ved hjælp af SCR processen. Endvidere tilbyder vi at udføre design af de kritiske komponenter i anlæg baseret på SCR.

Derimod leverer Topsøe ikke færdige anlæg men tilbyder ovenstående til firmaer i Danmark og udlandet, som bygger SCR anlæg. Designet af disse anlæg foregår i tæt samarbejde med Topsøe, som besidder den nødvendige proces-ekspertise for at opnå det optimale design baseret på såvel tekniske som investerings- og driftsøkonomiske betragtninger.

Vores produktionen af DeNOx-katalysatorer til stationære anlæg (og marine dieselmotorer) finder i øjeblikket udelukkende sted i Houston, Texas, USA. I Frederikssund producerer vi DeNOx-katalysatorer til tunge køretøjer.

Et øget marked i Danmark som følge af NOx-afgiften vil derfor ikke for Topsøes vedkommende øge eksporten fra eller antallet af arbejdspladser i Danmark.

Det er uhyre vanskeligt at vurdere eksport- og arbejdspladspotentialet som følge af skærpet lovgivning på NOx-emissionsområdet. Det er tvivlsomt, om der i Danmark er teknologi-firmaer, der i stand til at løfte opgaven med udvikling og konstruktion af store SCR anlæg. Eksisterende danske firmaer leverer SCR anlæg til fx mindre kedler, stationære dieselmotorer og skibsmotorer. De vil formentlig have muligheder for at levere til fx kraftvarmeværker og andre, mindre fyringsanlæg. Et solidt hjemmemarked vil måske kunne være en løftestang for eksport til andre EU-lande, såfremt lovgivninger her giver incitament til brug af SCR, som jo kan give væsentligt højere NOx-reduktion end andre teknologier.

Vi skønner, at der var omkring 600 GW termisk elproduktion i Europa og USA. Med en antagelse om, at omkring 10% sker på mindre kraft-varmeværker, som kunne formodes at anvende diverse bio-brændsler, vurderer vi, at installation af SCR DeNOx anlæg på disse ville indebære anlægsinvesteringer på et to-cifret milliardbeløb. Det årlige marked for løbende udskiftning af katalysator på disse anlæg vil kunne løbe op i adskillige hundrede millioner kroner. Leverandører, som er i stand til at levere katalysatorer, som er særligt velegnede til anvendelse under de specielle betingelser i bio-fyrede anlæg, vil kunne opnå en fordel i dette marked.

For cementovne er anvendelse af SCR til NOx-fjernelse vanskelig. Derfor anvendes pt. andre tiltag som ændringer i forbrændingsteknik, ikke-katalytisk NOx reduktion mm. Der er formentlig omkring 200 cementovne i Europa. Såfremt der kan udvikles velegnede SCR-teknologier hertil, vil installation af disse indebære anlægsinvesteringer i størrelsesorden et par milliarder kr.

Mht til reduktion af NOx-emissioner fra affaldsforbrænding anvender danske affaldsforbrændingsanlæg ikke-katalytisk fjernelse i modsætning til fx Tyskland, Holland, Østrig og Svejs, hvor der generelt er installeret SCR-anlæg. Den nye NOx-afgift i Danmark kunne føre til installation af SCR på såvel eksisterende danske anlæg som nye anlæg (bl.a. vil det nye anlæg på Amagerforbrænding, såfremt det bliver realiseret, blive forsynet med SCR), hvor også danske leverandører kunne komme i spil. Dette kunne efterfølgende give de pågældende muligheder for eksport til lande, der endnu ikke anvender SCR på affaldsforbrændingsanlæg, fx de tidligere østbloklønde.

Jeg vedhæfter et skrift fra 2006, som omhandler SCR DeNOx på et forholdsvist basalt niveau.

Med venlig hilsen,

Hans Jensen-Holm

General Manager Technical Support | NOx & VOC control
Environmental Catalysts and Technologies

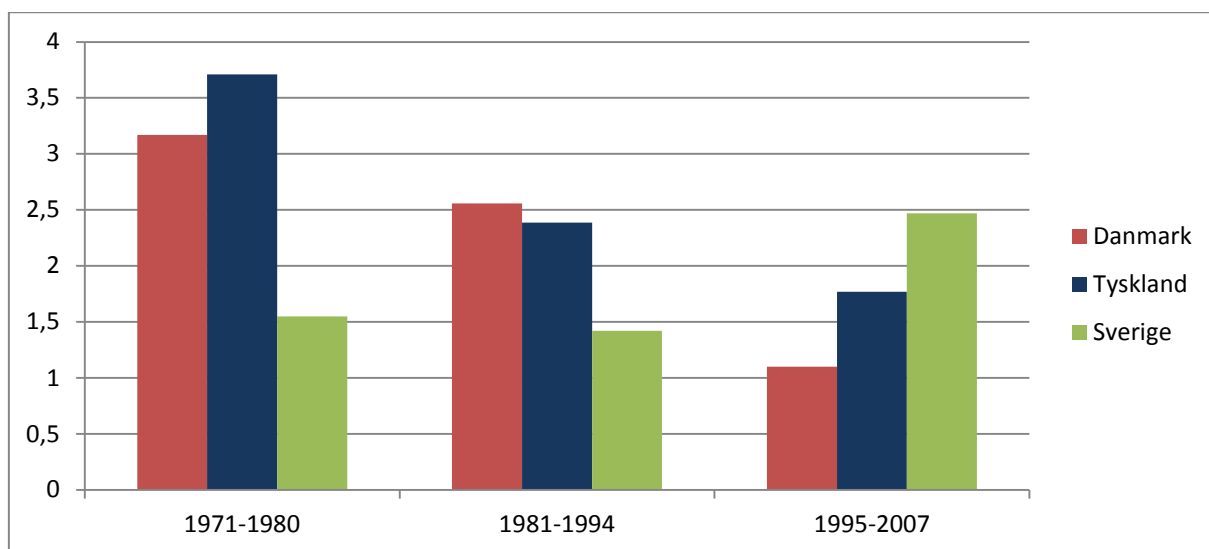
Haldor Topsøe A/S

Nymøllevej 55, DK-2800 Kgs. Lyngby
Denmark

Phone (direct): +4522655006

Switchboard: +45 4527 2000

Bilag 9 - Gennemsnitlig vækst i produktiviteten i tre perioder 1971-2007



Kilde: OECD Statistics 2012