

Bioenergi i vekst?

- En studie av Energigården og Statoil som pådrivere for det teknologiske systemet for moderne bioenergi i Norge

Jenny Kosberg Skagestad
Masteroppgave i samfunnsgeografi
Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi
Universitetet i Oslo
Mai 2005



Bioenergi i vekst?

- En studie av Energigården og Statoil
som pådrivere for det teknologiske systemet
for moderne bioenergi i Norge

Jenny Kosberg Skagestad

Masteroppgave i samfunnsgeografi
Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi
Universitetet i Oslo, mai 2005

Forsidedesign: Irene Kosberg Skagestad ®

Forord

I oktober 2004 sto innlegget ”*Velkommen til nachspiel!*” i Dagens Næringsliv. Det var skrevet av to unge oljegeologer og tittelen henspeilte på at Norge må forberede seg på tiden etter oljefesten. I april 2005 sto det en lederkommentar i Teknisk Ukeblad som etterlyste satsing på bærekraftig teknologi-innovasjon. Kommentaren hevdet at Norge som et høykostland har behov for å utvikle en miljøbasert nisje i teknologien for at vår industri skal kunne konkurrere mot lavkostland i en økonomisk globalisert verden. Disse to avisinnleggene passer godt til å introdusere formålet mitt med denne masteroppgaven. Oppgaven har endret seg mye i løpet av felt- og analyseprosessen, men motivasjonen har hele tiden vært den samme: - å få kunnskap om hvordan Norge kan øke bruken av ny fornybar energi og samtidig skape miljøvennlig næringsutvikling. Jeg ser på utvikling av nye, bærekraftige næringer som et bidrag til å redusere vår økonomiske avhengighet av petroleumssektoren. I denne sammenheng er det et hyggelig symbol at oljeselskapet Statoil også er en viktig pådriver for bioenergi!

Jeg vil rette en stor takk til:

- Alle informantene som har gitt meg av sin tid og sine interessante synspunkter. Det var svært inspirerende å møte entusiaster i bioenergibransjen som står på for at Norge skal få et miljøvennlig alternativ til oppvarming med olje og el. Lykke til videre!
- Bjørnar Sæther for meget god veiledning, spennende diskusjoner og oppmuntrende ord
- Kollokviegruppa for blant annet finurlig vitenskapsfilosofering og sosial moro. Det er helt klart mange linker mellom bytteringene i Argentina (Siri Maria Midré), anti-privatiseringsbevegelsen (David Christoffer Lier) og kriminalitetsforebygging (Espen Unneberg) i Sør Afrika, gassrørlobbyen i Grenland (Anders Underthun), den globale tekstilfagforeningen (Ann Cecilie Bergene) og miljøvennlig energi i Norge! Takk også til Ann Cecilie for EndNote-kurs og Espen for kunnskap om NVivo
- Alle medstudenter og ansatte på samfunnsgeografi for alle bidrag til et unikt studiemiljø, blant annet engasjerte debatter, uforglemmelig studietur til Finlands dype skoger, utefotball, innebandy og andre fagsosiale arrangementer
- Kirsten Ulsrud for felles engasjement, gode teorikollokvier og all hjelpen med oppgaven
- Tonje Bruun for spennende diskusjoner og inspirerende pep-talk
- Natur og Ungdom for ustoppelig, oppsternasig tro på vi kan løse miljøproblemene
- Kolleger i Vitenskapsbutikken for friske perspektiver på akademias rolle i samfunnet
- WWF for fri fra jobb for å skrive ferdig oppgaven
- Anne Laura Egede Andersen for moralsk støtte, lesesalssushi og for oppgavetittelforslaget: ”*Pellets, parafin, bølgekraft?*”
- Familien og venner for oppmuntring og inspirasjon
- Lillesøster Irene Kosberg Skagestad for stilig forside
- Foreldrene mine Mai Kosberg Skagestad og Øyvind Skagestad for korrekturlesing
- Min kjæreste Hans Olav Stjernholm for at du alltid har tro på meg og for all natt-curryen du laget til meg i innspurten!

Takket være dere har det vært spennende og gøy å skrive masteroppgave!

Oslo, mai 2005

Jenny Kosberg Skagestad

Innholdsfortegnelse

<u>FORORD</u>	3
<u>INNHALDSFORTEGNELSE</u>	5
<u>FIGURER, BILDER OG TABELLER</u>	9
<u>FORKORTELSER I OPPGAVEN</u>	9
<u>1. INNLEDNING</u>	11
PROBLEMSTILLINGER	12
AVGRENSNINGER	13
SAMFUNNSGEOGRAFISK PERSPEKTIV PÅ MILJØVENNLIG ENERGI	13
OPPBYGGING AV OPPGAVEN	14
<u>2. METODE</u>	17
2.1 KVALITATIVE CASESTUDIER I SAMFUNNSFORSKNING	17
MENNESKET LÆRER GJENNOM EKSEMPLER	17
KRITISK SAMFUNNSFORSKNING	18
2.2 FORSKNINGSPROSESSEN	19
VALG AV FOKUS OG VALG AV CASE	19
GANGEN I FELTARBEIDET	19
PRIMÆRKILDER: INFORMANTINTERVJUER OG OBSERVASJON	21
SEKUNDÆRKILDER	23
KODING OG ANALYSE AV DATA	24
DYNAMISK FORHOLD MELLOM TEORI OG EMPIRI	26
2.3 KAN CASESTUDIER GI GRUNNLAG FOR GENERALISERING?	27
<u>3. TEORETISK PERSPEKTIV PÅ TEKNOLOGISK ENDRING</u>	29
3.1 EVOLUSJONÆRT ØKONOMISK PERSPEKTIV	29
3.2 HVA ER TEKNOLOGI?	30
3.2.1 TEKNOLOGI	30

3.2.2	TEKNOLOGISKE INNOVASJONER OG ENTREPRENØRER.....	31
3.2.3	TEKNOLOGISKE SYSTEMER	33
3.2.4	TEKNO-ØKONOMISKE PARADIGMER	34
3.3	UTVIKLINGSFASER FOR PRODUKTER OG STORE SYSTEMER.....	36
3.3.1	PRODUKTLIVSSYKLUS	36
3.3.2	UTVIKLINGSFASER FOR STORE TEKNOLOGISKE SYSTEMER	37
3.3.3	BETYDNINGEN AV BRUKER-PRODUSENT-SAMARBEID OG NETTVERK	38
3.4	LOCK-IN	39
3.4.1	TEKNOLOGISK LOCK-IN.....	40
3.4.2	INSTITUSJONELT LOCK-IN OG TEKNO-INSTITUSJONELT KOMPLEKS	42
3.4.3	LOCK-IN OG MILJØPROBLEMER	45
3.4.4	KRITIKK AV LOCK-IN.....	45
3.5	STRATEGIER OG ROLLER I UTVIKLINGEN AV NYE TEKNOLOGISKE SYSTEMER	46
3.5.1	ULIKE ROLLER FOR AKTØRENE I ET TEKNOLOGISK SYSTEM	46
3.5.2	INSTITUSJONER OG MYNDIGHETSSTRATEGIER	48
3.6	OPPSUMMERING OG ANALYSERAMME	49
4.	<u>INTRODUKSJON TIL BIOENERGI.....</u>	51
4.1	HVA ER BIOENERGI?.....	51
	HISTORISK BRUK AV BIOENERGI.....	52
	BIOENERGIENS ULIKE BRUKSOMRÅDER	53
4.2	MILJØASPEKTER VED BIOENERGI	54
	LOKAL LUFTFORURENSNING	54
	GLOBAL LUFTFORURENSNING	54
	BIOLOGISK MANGFOLD I SKOGEN.....	55
4.3	STATUS FOR BIOENERGI OG RESSURSMESSIG POTENSIAL	55
5.	<u>TO PÅDRIVERE FOR BIOENERGI.....</u>	57
5.1	ENERGIGÅRDEN	57
	BAKGRUNN FOR BIOENERGISATSNING	57
	MANGEL PÅ KUNNSKAP SOM OVERORDNET BARRIERE	57
	TEKNOLOGIUTVIKLINGSARBEID.....	58
	REGIONALT NETTVERK.....	59
	NASJONALT NETTVERK	61
	INTERNASJONALT NETTVERK	62

5.2 STATOIL	63
BAKGRUNN FOR BIOENERGISATSNING	63
MANGLENDE SKALAØKONOMI OG SVAK VERDIKJEDE SOM OVERORDNEDE BARRIERER	64
RÅSTOFF VIKTIGSTE LOKALISERINGSFAKTOR.....	65
BYGGER INFRASTRUKTUR	66
5.3 SAMMENLIGNING AV ENERGIGÅRDEN OG STATOIL	68
ENGASJERTE INITIATIVTAKERE	70
ULIKE MÅL, STRATEGIER OG ROLLER.....	71
BIOENERGIENS ROLLE I SELSKAPET	71
NETTVERK OG ENDRINGSKAPASITET.....	73
<u>6. DET TEKNOLOGISKE SYSTEMET FOR BIOENERGI</u>	75
6.1 FYSISKE KOMPONENTER	76
6.2 MARKEDSAKTØRER	77
RÅSTOFF OG FOREDLING	77
SALGSKANALER OG SLUTTBRUKERMARKED.....	78
6.3 INSTITUSJONER	80
MYNDIGHETSAKTØRER OG INSTITUSJONELLE RAMMER	80
FORSKNINGSAKTØRER OG UTDANNINGSTILBUD	82
NORMER OG VANER HOS FORBRUKERE	83
6.4 UTVIKLINGS- OG TEKNOLOGIOVERFØRINGSFASEN FOR BIOENERGISYSTEMET	83
- HVORDAN HAR BIOENERGISYSTEMET KOMMET DIT DET ER I DAG?.....	84
UTVIKLINGSFASE FOR ENKELTPRODUKTER	85
KOMBINERT UTVIKLINGS- OG TEKNOLOGIOVERFØRINGFASE FOR SYSTEMET	85
ENERGIGÅRDEN – OPPFINNER-ENTREPRENØR?	86
6.5 SYSTEMVEKSTFASENS BEHOV OG PÅDRIVERE	88
PELLETS PÅ VEI OVER I VEKSTFASEN	89
BIOENERGI PÅ VEI OVER I SYSTEMVEKSTFASEN	90
STATOIL - PRIMUS MOTOR?	90
6.6 HVORDAN BIDRAR MYNDIGHETENE TIL UTVIKLINGEN?	93
6.7 ELEKTRISK LOCK-IN SOM STENGER BIOENERGI UTE?	97
<u>7. KONKLUSJON</u>	101
7.1 HOVEDFUNN	101
- HVA KARAKTERISERER DET TEKNOLOGISKE SYSTEMET FOR MODERNE BIOENERGI I NORGE?	102

- HVORDAN BIDRAR ENERGIGÅRDEN, STATOIL OG STATLIGE MYNDIGHETER TIL Å UTVIKLE DET TEKNOLOGISKE SYSTEMET FOR BIOENERGI?	104
7.2 STRATEGIANBEFALINGER	105
7.3 OPPGAVENS BIDRAG OG BEHOV FOR VIDERE FORSKNING	107
<u>REFERANSER.....</u>	<u>111</u>
<u>VEDLEGG</u>	<u>117</u>
VEDLEGG 1: INFORMANTINTERVJUER OG SAMTALER	117
VEDLEGG 2: INTERVJUGUIDER	119
VEDLEGG 3: KONFERANSER OG FOREDRAG	123

Figurer, bilder og tabeller

FIGUR 1: ENKEL MODELL FOR SAMFUNNSFORSKNING.....	26
FIGUR 2: PRODUKT LIVSSYKLUS OG KARAKTERISTIKK AV DE ULIKE FASENE	37
BILDE 1: PELLETS.....	51
FIGUR 3: GLOBAL ENERGIFORSYNING FRA DEN INDUSTRIELLE REVOLUSJON TIL 2000.	52
TABELL 1: SAMMENLIGNING AV ENERGIGÅRDEN OG STATOIL SOM BIOENERGI AKTØRER	69
FIGUR 4: DET TEKNOLOGISKE SYSTEMET FOR MODERNE BIOENERGI I NORGE	75
FIGUR 5: FORENKLET VERDIKJEDE FOR PELLETS I NORGE.....	79
FIGUR 6: FORHOLDET MELLOM BARRIERER OG PÅDRIVERE FOR BIOENERGI I NORGE	102

Forkortelser i oppgaven

CH ₄	Metan
CO	Karbonmonoksid
CO ₂	Karbondioksid
BENET	Bioenergy Network
BTN	Bioenergy Technology Transfer Network
El	Elektrisitet
FoU	Forskning og utvikling
IPCC	International Panel on Climate Change: FNs klimapanel
LD	Landbruksdepartementet
MD	Miljøverndepartementet
NoBio	Norsk Bioenergiforening
NFR	Norges Forskningsråd
NOU	Norges Offentlige Utredninger
NO _x	Nitrogenoksider
NTNU	Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet i Trondheim
NVE	Norges Vassdrags- og Energidirektorat
OED	Olje- og Energidepartementet
PAH	Polyaromatiske hydrokarboner
SFFE	Senter for Fornybar Energi
SFT	Statens Forurensningstilsyn
SND	Statens Nærings- og Distriktutviklingsfond (i dag Innovasjon Norge)
SO ₂	Svoveldioksid
SV	Sosialistisk Venstreparti
UMB	Universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås
ØF	Østlandsforskning
KWh	Kilowattimer (1000 wattimer). Brukes om energiforbruket til en husstand
TWh	Terawattimer (1 milliard kilowattimer). Brukes om energiforbruket til et land

1. Innledning

Mange ser på den menneskeskapt drivhuseffekten som den største miljøtrusselen verden står overfor i dag. Forskerne i FNs klimapanel mener at de stadig økende utslippene av såkalte klimagasser til atmosfæren på sikt vil skape global oppvarming. Økt gjennomsnittstemperatur kan gi mer ustabil og ekstremt vær i form av blant annet hyppigere stormer, tørke og flom (IPCC 2001). Hovedkilden til klimagassutslipp er forbrenning av de fossile brenslene som olje, kull og gass i energi- og transportsektoren. En viktig strategi for å unngå klimaendringer vil derfor være å bidra til å gå over til nye fornybare energikilder. Men overgang til nye energikilder er en treg prosess. Fra 1850 til 1920 gikk industrilandene over fra biobrensler til kull som hovedenergikilde. Fra 1920 begynte olje og naturgass å komme på banen, og i dag kommer over 80 % av den globale energiforsyningen fra fossile energikilder.¹ På 1970- og 80-tallet var det stor optimisme og tro på at teknologi som benytter nye fornybare naturressurser som sol, vind, foredlet biomasse og bølger skulle vokse fram som reelle alternativer til forurensende energikilder. I dag, flere tiår senere, brukes nye fornybare energikilder fremdeles kun i liten skala (Christiansen 2002).

I Norge blir tilnærmet all elektrisiteten produsert av fornybar og forurensningsfri vannkraft.² Men energiforbruket er stadig stigende³ og fordi en ny verneplan for vassdrag hindrer nye storstilte vannkraftutbygginger⁴ er det behov for å ta i bruk andre energikilder. Norge har gjennom Kyotoavtalen forpliktet seg til å ikke øke klimagassutslippene sine med mer enn 1 % i forhold til 1990-nivået fram til 2012. Men utslippene har allerede økt med nesten 11 % fra 1990 til 2004⁵ og for å hindre at ny energiproduksjon skal øke utslippene ytterligere vil det være viktig at myndighetene velger *fornybare* energikilder. To *fossile* løsninger som er foreslått for å møte energibehovet er å bygge gasskraftverk og å bygge infrastruktur i form av gassrørledninger for direkte bruk av gass i industri og husholdninger (Underthun 2004).

Norges spesielle vassdragsressurser og omfattende utbygging av kraftverk gjorde at landet tidlig markerte seg internasjonalt som et *vannkraft- og elektrisitetsland*. God tilgang på

¹ Cicerone (2003). Nummer 6. "Teknologi er både årsak og løsning". Av Petter Haugneland. Cicero - Senter for klimaforskning sin nettside: <http://www.cicero.uio.no/fulltext.asp?id=2490> (16.04.05)

² SSBs nettside: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energi/> (19.01.05)

³ Artikkelen "Vi bruker mer strøm" av Aina Johnsen, Boligsamvirkets nettside, 21.03.05: <http://boligsamvirket.no/boligsamvirket.no/aktuelt/artikkel.asp?nr=4067>

⁴ Verneplan 5, vedtatt av Stortinget i februar 2005. Kilde: Odin nettside: <http://odin.dep.no/filarkiv/214439/STP0304075-TS.pdf> (25.01.05)

⁵ SSBs nettside: <http://www.ssb.no/emner/01/04/10/klimagassn/> (03.03.05)

billig kraft i mange år har ført til at hele 70 % av dagens boligoppvarming skjer med elektrisitet.⁶ Siden 1920 har Norge hatt det desidert høyeste elforbruket i verden per innbygger⁷, men ettersom det høye forbruket har vært betinget av billig vannkraft og stadig nye utbygginger, vil dagens endrede mulighetsbetingelser hindre landet fra å opprettholde denne statusen. Elektrisitet er mangelvare i de fleste land og svært uvanlig å bruke til oppvarming. Landbruksminister Lars Sponheim sammenligner elektrisk oppvarming med ”å vaske håret i champagne”⁸ fordi det er *høyverdig energi* til et *lavverdig formål* (NOU 1998). Mange mener derfor at det økende energiforbruket ikke har skapt en *strømkrise*, men heller en *varmekrise*.

Den nye energisituasjonen innebærer altså at det økende energibehovet ikke kan møtes med ny vannkraft og at elektrisitet derfor er i ferd med å bli et knappere og dyrere gode. Dette kombinert med et behov for å redusere landets klimagassutslipp⁹ tilsier at det ideelle for Norge vil være å øke *varmeproduksjonen* fra *fornybare* energikilder. *Bioenergi* er en fornybar varmekilde der Norge har et relativt stort ressursmessig potensial for å øke produksjon og bruk.¹⁰ I Norden sett under ett er bioenergi en viktigere energikilde enn vannkraft, men i Norge dekker den kun 6 % av energiforbruket.¹¹ Jeg vil i denne oppgaven studere *utviklingen av bioenergi som et teknologisk system i Norge* for å forstå muligheter og utfordringer for at bioenergi skal kunne dekke en større andel av energiforbruket i framtiden.

Problemstillinger

- *Hva karakteriserer det teknologiske systemet for moderne bioenergi i Norge?*
- *Hvordan bidrar Energigården, Statoil og statlige myndigheter til å utvikle det teknologiske systemet for bioenergi?*

Jeg har valgt Energigården på Hadeland og Statoil Norge som case for å illustrere hvordan aktører i bioenergibransjen opplever situasjonen for bioenergi i Norge i dag. Bakgrunnen for valget av disse to casene er at de begge har svært entusiastiske initiativtakere, at de har vært

⁶ Varmeinfos nettside: <http://www.varmeinfo.no> (01.05.04)

⁷ Strøm i dagliglivet - elektrisitet i 100 år. Artikkel av Teknisk Museum: <http://www.norsk-teknisk.museum.no/> (01.02.05)

⁸ Fra artikkel i Bioenergi nr. 4 (2004), side 9.

⁹ Stortinget har blant annet vedtatt å redusere bruken av fyringsolje med 25 % i perioden 2008-2012. Kilde: St.prp. nr. 1 (2002-2003), Odin nettside: <http://www.hr.dep.no/md/norsk/publ/stprp/022001-030008/index-hov014-b-n-a.html> (22.05.05)

¹⁰ Skogstilveksten i Norge tilsvarer 250 TWh per år og potensialet for bruk av biomasse til energiformål anslås til 30,5 TWh (NOU 1998).

¹¹ Faktaark, NoBios nettside: <http://www.nobio.no/ftp2004/1.pdf> (17.05.05)

aktive i bransjen i flere år og at de representerer to svært ulike typer markedsaktører. Energigårdens opphavsmann har jobbet med bioenergi som forsker og i forvaltningen, og har vært styreleder i Norsk Bioenergiforening. Han kjenner derfor bransjen og virkemiddelapparatet godt. Statoil valgte å satse på bioenergi i form av pellets etter oppfordring fra en nyutdannet kandidat fra Landbrukshøyskolen. Selskapet er én av de største pelletsleverandørene i Norge og er i tillegg en relativt stor produsent og leverandør av pellets i Sverige og Danmark.

Avgrensninger

Når jeg i denne oppgaven bruker begrepet *bioenergi* mener jeg *moderne biobrensel*. Moderne biobrensel er foredlet, fast brensel i form av flis som er sammenpresset til *pellets* og *briketter*. Jeg vil først og fremst ta for meg pellets. Tradisjonell *ved* defineres ofte ikke blant de *nye* fornybare energikildene (Tangen et al. 1998). Årsaken til dette er at ved er mindre energieffektiv i volum sammenlignet med foredlet brensel, og fordi tradisjonell vedfyring har et langt større utslipp av partikler når den brennes i gammel peis eller ovn. Når jeg i denne oppgaven skriver om bioenergi som *et nytt* teknologisk system i Norge er det viktig å poengtere at jeg refererer til *moderne, foredlet bioenergi*. Bioenergi i form av vedproduksjon og utstyr for bruk kan sies å være et gammelt og veletablert teknologisk system i Norge. Jeg fokuserer på bioenergi til *varmeproduksjon* først og fremst, ikke til produksjon av elektrisk kraft, som ikke har vært aktuelt i Norge hittil. Jeg vil bruke begrepene *bioenergi* og *biovarme* om hverandre, men de refererer begge til varmeenergi fra forbrenning av biomasse. Jeg vil utelate forbrenning av husholdningsbasert avfall som mange definerer som biomasse. Dette er et interessant og dagsaktuelt tema, men det reiser andre problemstillinger enn trevirkebasert biobrensel gjør. Jeg har valgt å se på hvordan *statlige* myndigheter kan bidra til å fremme bioenergi fordi det er de øverste myndighetene som best kan jobbe fram og implementere en overordnet strategi for det teknologiske systemet som helhet.

Samfunnsgeografisk perspektiv på miljøvennlig energi

Agnew et al. (1996) skriver at samfunnsgeografi skiller seg fra andre samfunnsfag ved å søke kunnskap innenfor følgende tre brede temafelt: forholdet mellom natur og samfunn, romlig distribusjon av menneskelige fenomener og hvordan de oppstår, og sosial og økonomisk ulikhet mellom ulike deler av verden. Denne oppgaven kan plasseres i den første kategorien. Jeg tar for meg samfunnsmessige muligheter og hindringer for bærekraftig bruk av fornybare naturressurser til energiproduksjon. Oppgaven kan plasseres i en schumpeteriansk,

evolusjonær økonomisk tradisjon som blant annet ser på teknologisk endring, komplekse treghetsfaktorer og behovet for entreprenører.

Et utvalg satt ned av Norsk Bioenergiforening og finansiert av Norges Forskningsråd la i 2001 fram *Samlet plan for norsk bioenergiforskning* (NoBio 2001). Rapporten viser at forskning på bioenergi hittil nesten utelukkende har vært av teknisk art, der fokuset først og fremst har vært å forbedre produksjon, transport, lagring og forbrenning. I sine sluttanbefalinger skriver utvalget at det er et stort behov for samfunnsvitenskapelig forskning på bioenergi. De siste årene har flere av de nye fornybare energikildene begynt å bli teknologisk og/eller økonomisk konkurransedyktige med de fossile. Likevel investeres det svært lite i de alternative sammenlignet med de konvensjonelle. Dette tyder på at overgangen til miljøvennlige energikilder er betinget av *komplekse faktorer*, noe jeg mener samfunnsgeografi med sin *multiperspektiviske* karakter egner seg godt til å forstå. Formålet med denne oppgaven er derfor å bidra med samfunnsvitenskapelig kunnskap om utvikling av nye teknologiske systemer og overgang til nye fornybare energikilder.

Oppbygging av oppgaven

Kapittel 2 gjør rede for hvordan oppgaveprosjektet har tatt form, beskriver forskningsprosessen og drøfter ulike metodiske utfordringer.

Kapittel 3 tar for seg teknologisk endring i et evolusjonært økonomisk perspektiv og redegjør for sentrale begreper i oppgaven. De ulike utviklingsfasene til nye produkter og teknologiske systemer blir beskrevet, og betydningen av kunnskap og innovasjon i de ulike fasene blir diskutert. Kapitlet redegjør for ideen om tekno-institusjonelle komplekser og lock-in-begrepet. Til slutt beskrives ulike strategier for innføring av nye teknologiske systemer og ulike aktørers rolle.

Kapittel 4 redegjør for hva bioenergi er, ulike bruksområder og gir en kort vurdering av ulike miljøaspekter ved produksjon og forbrenning.

Kapittel 5 beskriver og sammenligner de to casene Energigården og Statoil, og ser deres virksomhet og strategivalg i sammenheng med hvilke muligheter og barrierer aktørene selv opplever at bioenergi-bransjen står overfor.

Kapittel 6 starter med å gi en presentasjon av det teknologiske systemet for bioenergi i Norge, og en analyse av hvilken utviklingsfase systemet befinner seg i og hvordan det har kommet dit. Deretter kommer en analyse av hva det teknologiske systemet trenger for å utvikle seg videre og hvordan case-aktørene og myndighetene bidrar til denne utviklingen. Til

slutt kommer et delkapittel om elektrisitetens spesielle posisjon i varmemarkedet i Norge og hvilken betydning dette har for bioenergi.

Kapittel 7 oppsummerer og konkluderer hovedfunnene i oppgaven og gir strategianbefalinger til statlige myndighetene for hvordan de kan bidra ytterligere til å fremme bioenergi i Norge framover.

2. Metode

2.1 Kvalitative casestudier i samfunnsforskning

Mennesket lærer gjennom eksempler

Konseptet om kvalitative casestudier i samfunnsforskning ser ut til å ha oppstått fra en rekke ulike kilder; legers kliniske metodikk, case-teknikk utarbeidet av sosialarbeidere, historikeres og antropologers metoder og avisreporteres journalistiske case-teknikk. Hammersley (1989) mener at dette store mangfoldet av casestudiemodeller kanskje kan forklare hvorfor det ofte er uklart hva som ligger i begrepet casestudie, både konseptuelt og praktisk. Robert Yin (1994) definerer casestudier på følgende måte: *"A case study is an inquiry that investigates a contemporary phenomenon within its real-life context, especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident"* (Yin 1994:13). I hvilke tilfeller er det fruktbart å bruke casestudier som forskningsmetode? Problemstilling og hva slags type kunnskap forskeren ønsker å få om et spesielt felt er den viktigste faktoren for å avgjøre valg av metode. Jeg ønsker å undersøke hvilke muligheter og utfordringer bioenergi står overfor i Norge og har valgt å gjennomføre en kvalitativ casestudie fordi det egner seg godt til å få dybdekunnskap om komplekse årsakssammenhenger. Å studere to aktører i bioenergi-bransjen som case er en konkret og praktisk teknikk for å få en inngangsport til et større felt.

Casestudier blir av mange ikke anerkjent som "ekte" vitenskap. Bent Flyvbjerg (1991) mener at casestudiens relativt lave status i samfunnsforskningen delvis kan forklares av at Platons lære og tradisjon lenge har hatt en sterk stilling som ideal i forskningen. Platons dialoger handler om Sokrates' iverdige, men forgjeves forsøk på å finne universell viten. Hver gang han spurte folk om essensen av et begrep eller en idé fikk han eksempler til svar. Folk svarte for eksempel at en "dyd" er "det å være snill". Sokrates var misfornøyd fordi han aldri kom til kjernen og fant universelle og generelle prinsipper for begrepene. Aristoteles mente derimot at mennesket forstår verden ut fra eksempler, eller case. Han fastslo at studier av menneskelig aktivitet ikke kan nøye seg med å fokusere på idealer. Samfunnsforskning forutsetter at forskeren beskjeftiger seg med verdier, interesser og etikk som utgangspunkt for praksis, og at menneskelig adferd studeres ut fra det partikulære; konkret handling. Han påpekte at case og kontekst har en avgjørende rolle i forståelsen av menneskets adferd. Flyvbjerg (1991) mener at Aristoteles' tankegang på dette området har gått i glemmeboken,

mens det platonske og naturvitenskaplige ideal har fått en altfor viktig rolle i samfunnsvitenskapen.

Kritisk samfunnsforskning

Alvesson og Skjöldberg (1994) mener at samfunnsvitenskap ikke kan forholde seg nøytral og objektiv til sosiale fenomener. De mener at størstedelen av empiri-nær forskning er preget av antagelsen om at de etablerte samfunnsforholdene er naturlige, nøytrale og ikke til å komme i fra, og at den dermed bidrar til å reprodusere institusjonaliserte dominansforhold. Såkalt *kritisk teori* tilbyr en motvekt til dette synet ved å legge fram en tese om at sosiale forhold er mer eller mindre historisk skapt, sterkt preget av asymmetriske maktforhold og særinteresser, men at det er mulig med radikal forandring. Jeg vil plassere denne oppgaven i en tradisjon av kritisk teori innen samfunnsforskningen fordi kritisk teori kjennetegnes av en utpreget interesse for å stille kritiske spørsmål ved den sosiale virkeligheten, og fordi jeg personlig, og derfor også som forsker, har tatt et politisk-ideologisk standpunkt om at samfunnet bør innføre miljøvennlige alternativer til dagens dominerende, institusjonaliserte energikilder.

Limb og Dwyer (2001) mener at ønsket om å gjøre verden til et bedre sted bør være en motivasjon for de fleste forskere, og at det personlige engasjementet kan være et godt utgangspunkt for forskning. Det er imidlertid viktig at det kommer fram eksplisitt hvor forskerens sympati ligger. Forskerens bakgrunn og førforståelse har betydning for valg og avveininger i alle ledd av forskningsprosessen. Min bakgrunn fra miljøbevegelsen gjør at jeg ønsker at den generelle, politiske miljødebatten skal endre fokus fra å se på miljøvern som en *trussel mot arbeidsplasser* til å se på behovet for å ta miljøhensyn som en *mulighet for å skape arbeidsplasser*. Jeg er interessert i bioenergi fordi jeg tror det er ett av de feltene der det er et stort potensial til å skape miljøvennlig næringsutvikling, og jeg er nysgjerrig på hvorfor potensialet ikke utløses. Jeg la ikke skjul på mitt engasjement i møte med informanter og andre aktører i bransjen. I den anledning er det viktig å stille seg noen spørsmål: Hvilken rolle får jeg som forsker når jeg er personlig engasjert? Gjør jeg en bedre jobb fordi jeg er oppriktig nysgjerrig? Ser jeg feltet med bestemte ”briller” som gjør at jeg kanskje tolker uttalelser i beste mening? Hvordan blir mine informanter påvirket av at jeg er engasjert? Uttaler de seg mer positivt? Blir de mer kritiske til min forskning? Jeg tror mitt engasjement har påvirket både utformingen av problemstillingene, min måte å tilnærme meg feltet på og hatt betydning for flere av mine metodiske vurderinger underveis i arbeidet med oppgaven. Disse spørsmålene er noe av det jeg vil komme inn på når jeg nå tar for meg forskningsprosessen.

2.2 Forskningsprosessen

Valg av fokus og valg av case

Flyvbjerg (1991) mener at forskerens valg av case til en casestudie er *informasjonsorientert* ut i fra formålet med casestudien, i motsetning til i en statistisk undersøkelse der utvelgelsen av informanter eller respondenter må være *tilfeldig* for at resultatene skal bli representative og dermed legge grunnlag for å kunne generalisere statistisk fra utvalg til populasjon. Casestudieforskeren trenger ikke ta hensyn til representativitet fordi målet er å få mye kunnskap om studietemaet for å få en dypere forståelse for fenomenet. Hun velger derfor ut case på grunnlag av forventninger om informasjonsinnhold, basert på allerede eksisterende kunnskap, samt på vurderinger fra involverte nøkkelpersoner og forskere. Ragin (1994) mener at det er fullt mulig å ta for seg bare ett case, men at det gir dypere innsikt å sammenligne to eller flere case og fokusere på likheter og forskjeller mellom dem. Det viktige er ikke antallet case, men hvorvidt casene representerer et "fullt portrett" av temaet som studeres. Jeg mener at mine case, ved å representere to ulike aktørtyper i bioenergibransjen, gir meg ulike perspektiver og innfallsvinkler til feltet. Jeg har forsøkt å analysere og sammenligne de to aktørenes roller i bransjen og deres bidrag til å utvikle det teknologiske systemet for bioenergi i Norge. Dette har jeg valgt fordi jeg mener at det gir meg et godt bilde av bransjens muligheter og barrierer i tiden framover.

Gangen i feltarbeidet

Tidlig i oppgaveprosessen, etter at jeg hadde bestemt meg for å skrive om bioenergi i Norge, ønsket jeg å møte representanter for ulike aktører som var relevante for bioenergi og som sannsynligvis hadde meninger og ideer som kunne hjelpe meg å stake ut et fokus for oppgaven. Jeg hadde et uformelt møte med daglig leder i Norsk Bioenergiforening i januar 2004 og et intervju med bioenergiansvarlig i Norsk Skogeierforening i februar. I mars var jeg i Trondheim og intervjuet en av fagpersonene som jobber med bioenergi i Enova. Både informanten i Skogeierforbundet og i Enova hadde fått tilsendt en rekke intervju spørsmål i forkant av møtene. I mars deltok jeg også på en regional bioenergidag i Kirkenær i regi av prosjektet *Grønn Varme fra Hedmarksskogen*, der næringen og virkemiddelapparatet deltok med innlegg og debatt. Samme måned deltok jeg på en oljekonferanse i Oslo arrangert av *Alliansen Stopp Goliat*, der blant annet oljeselskapenes rolle i klimadebatten og investeringer i nye fornybare energikilder var tema. I mai var jeg på Hadeland og intervjuet prosjektlederen for Bioregion Hadeland, og besøkte Energigården der jeg fikk en kort omvisning og foredrag/

intervju med informasjonslederen. I juni deltok jeg på en tre dagers internasjonal bioenergikonferanse i Jönköping i Sverige, og i tillegg til å høre relevante foredrag og paneldebatter hadde jeg mange uformelle samtaler nordiske, europeiske og internasjonale forskere og bedrifts-, myndighets- og organisasjonsaktører. I slutten av juni deltok jeg på åpningsseminaret for det nye *Senter for fornybar energi* ved NTNU/SINTEF, der blant annet bioenergi og overgang til fornybare energikilder var sentrale temaer.

Etter å ha vært mye ute i felt og observert og diskutert med mange ulike aktører valgte jeg å bruke Energigården og Statoil som case for oppgaven. I august intervjuet jeg initiativtakeren for bioenergisatsningen til Statoil, og i september hadde jeg et intervju med nestlederen for Statoils avdeling for Ny Energi. I oktober intervjuet jeg to av opposisjonens stortingsrepresentanter i Energi- og miljøkomiteen om deres syn på muligheter og barrierer for bioenergi i Norge. Representanten fra SV ble valgt spesielt fordi hun sammen med tre partifeller året før hadde fremmet et Dokument 8-forslag om økt bioenergisatsing for Stortinget.¹² Jeg valgte å ikke intervju noen representanter for regjeringspartiene fordi jeg mener at regjeringens syn på bioenergi kommer tydelig fram gjennom stortingsmeldinger og praktisk politikk, og fordi jeg hadde intervjuet en ansatt i Enova som arbeider med å sette regjeringens bioenergipolitikk ut i livet. I begynnelsen av april 2005 gjorde jeg det siste intervjuet, per telefon, med initiativtaker og daglig leder ved Energigården, som jeg ikke fikk intervjuet som planlagt da jeg besøkte gården i mai 2004. Jeg hadde mye informasjon om Energigården gjennom de to Hadelandsintervjuene, gjennom foredrag og uformelle samtaler med de ansatte på Energigården på ulike arrangementer, og gjennom boken og nettsiden deres, men mente at det likevel var nødvendig å intervju Hohle fordi han har vært svært sentral i bioenergibransjen i mange år. Dette var også en fin mulighet til å stille spørsmål for å teste ut mine egne funn og ideer sent i arbeidet med oppgaven.

Hammersley et al. (2000) mener at det er viktig at casestudieforskeren er åpen for at det kan dukke opp nye elementer underveis i intervjuprosessen som endrer fokus og problemstilling. Jeg la vekt på å være åpen for nye meninger og nye perspektiver, og har hatt stort utbytte av å snakke med personer med såpass ulik tilknytning til bioenergifeltet. En utfordring med å gjennomføre feltarbeid i sitt eget land er at det er nærmest ubegrensede muligheter til å stadig intervju nye, interessante mennesker. Men på et tidspunkt måtte jeg avslutte datainnsamlingen, og jeg hadde da nådd en viss grad av hva Thagaard (1998) kaller

¹² Dokument nr. 8:46, 2003-2004. Fremmet av stortingsrepresentantene Karin Andersen, Ingvild Vaggen Malvik, Kjetil Bjørklund og Heidi Sørensen. Stortingets nettside: <http://www.stortinget.no/dok8/2003/pdf/dok8-200304-046.pdf> (09.03.05)

meningsmetning. Hun mener at når man har intervjuet mange og informantene etter hvert ikke kommer med noen nye elementer er det ikke noe stort poeng å intervju flere.

Primærkilder: Informantintervjuer og observasjon

Informantintervjuer er den viktigste primærkilden i denne oppgaven.¹³ Hva de ulike informantene opplever som muligheter og barrierer, og hvordan de ser på sin rolle i utviklingen av bioenergi, er viktig for å svare på problemstillingene fordi *deres opplevelse* av situasjonen er med på å avgjøre hvordan bioenergiproduksjon blir i Norge framover. Næringsaktørens opplevelse av barrierer samsvarer ikke nødvendigvis med hva det politiske virkemiddelapparatet ser på som barrierer. Det er derfor viktig å kunne gå i dybden med informanter fra de ulike gruppene for å forstå situasjonen fra forskjellige vinkler (Kvale 1997).

Intervjuene hadde varierende lengde etter hvor lang tid informantene kunne avse, noen varte en halv time, de fleste var på én time og noen på over to timer. De fleste intervjuene ble tatt opp på mp3-spiller, noe alle informantene sa de var komfortable med. Alle informantene var villige til å bli sitert med fullt navn og stilling, men flere av informantene ønsket å godkjenne sitater som jeg bruker direkte i oppgaven. Intervjuene med Skogeierforbundet, Enova, Bioregion Hadeland, Energigården og stortingsrepresentantene foregikk på informantenes arbeidsplasser, mens intervjuene med Norsk Bioenergiforening (NoBio) og Statoil-representantene ble utført på kafé. I begge tilfeller forekom det enkelte forstyrrelser, men omgivelsene påvirket ikke uttalelsene i noen større grad, etter min vurdering. De små avbrekkene i form av telefon til informanten, kelnere eller trafikken utenfor var gode pustehull der jeg rakk å kikke over intervjuguiden for å merke av hvilke spørsmål som var blitt besvart og lete etter viktige temaer som gjensto.

Rekkefølgen på intervjuene påvirker hvor mye kunnskap forskeren sitter med til en hver tid og dermed hvilke spørsmål hun stiller til de første og de siste informantene. Ettersom det gikk over ett år mellom mitt første og siste intervju har jeg fått helt forskjellige intervjuer, der de første bærer preg av et vidt perspektiv og åpne, utforskende spørsmål, mens de siste er mer konkrete og med spesifikke spørsmål.

Under intervjuene oppsto det ofte en diskusjon mellom meg og informanten. I begynnelsen av hvert intervju forsøkte jeg å ikke si for mye om hva jeg mente om temaet, men uttrykte sympati for deres arbeid for bioenergi. Utover i intervjuet oppsto det ofte en

¹³ Se vedlegg 1 og 2 for informantintervjuliste og intervjuguider

debatt om temaene og jeg la ikke skjul på mine egne synspunkter, men var heller ikke veldig bastant. Min deltakelse i debatten kan ha bidratt til å forme eller moderere informantenes uttalelser. På den annen side gav mitt uttalte engasjement og mine meninger en god dynamikk i samtalen og førte kanskje i flere tilfeller til mer engasjerte utspill fra informantene. Erica Schoenberger (1991:183) skriver følgende om dette i sin artikkel *The corporate interview as a research method in economic geography*:

If the interview takes the form of an interactive dialogue rather than an undeviating journey through a fixed series of question-response pairs, the intellectual engagement of respondents and hence, the accuracy and validity of the responses, are likely to be much greater.

Hun mener videre at det kan være svært nyttig å diskutere vanskelige temaer med informanten: "In particular, [the interview] should allow for discussion and dialogue – even debate over controversial points" (Schoenberger 1991:187). Dette fikk jeg erfare ved et par anledninger der jeg spissformulerte mine synspunkter. Informanten mente at jeg tok helt feil og forklarte hva han eller hun mente jeg hadde misforstått. Denne oppklaringen hadde jeg kanskje ikke fått dersom jeg ikke hadde argumentert for mitt standpunkt og presentert min oppfattelse av virkeligheten, men heller bare stilt åpne spørsmål. Jeg ville kanskje heller ikke spurt om akkurat dette temaet, ettersom jeg kanskje tok det for gitt. Schoenberger (1991) skriver at mange mener at forskerens aktive deltagelse i intervjuet er i konflikt med god vitenskapelig metode, men hun argumenterer for at det er relativt liten fare for at en person i en overordnet stilling vil bli påvirket av en forskers synspunkter til å endre oppfatning eller moderere sine svar. De fleste informantene mine var næringslivsledere, politikere og byråkrater som var i en overordnet posisjon i forhold til meg, både på grunn av erfaring og alder. Det er derfor usannsynlig at de lot seg "styre". I tillegg intervjuet jeg kun personer som var informanter i funksjon av sin profesjonelle stilling og som er vant til å snakke med utenforstående som media og lignende. Deres erfaring og profesjonalitet kan på den annen side gjøre at det er vanskelig å komme bak "slagordene" og mediestrategien, som spesielt *store selskaper* utarbeider for å skape et enhetlig bilde av seg selv utad (Schoenberger 1991).

Det er vanskelig å bli en god intervjuer som både får stilt de spørsmålene man ønsker å få svar på og samtidig holder samtalen såpass åpen at informanten kan påvirke retningen på intervjuet. Når informanten får åpne spørsmål gir det en anledning til å velge ut hvilke aspekter og problemstillinger hun mener er viktig. Informanten i Enova valgte å holde et foredrag med en powerpoint-presentasjon rundt spørsmålene jeg sendte ham på forhånd. Selv om jeg slapp til med kommentarer og oppklaringsspørsmål var det han som ble sittende i

førerretet og styrte intervjuet, eller kanskje rettene sagt *møtet*, framover. Jeg opplevde dette som relativt uproblematisk ettersom det var et av de første intervjuene og det fungerte derfor *kunnskapsbyggende* i min prosess mot å velge et konkret fokus for oppgaven. Et problem med denne formen er at jeg ikke fikk like stort rom til å stille kritiske spørsmål til myndighetenes politikk på bioenergiområdet.

Deltagelse på seminarer og konferanser har vært en annen viktig del av feltarbeidet for å forstå bransjens utfordringer.¹⁴ Jeg dannet meg etter hvert et bilde av hvilke dominerende felles holdninger som finnes og hvilke debatter som pågår i bransjen. Etter mange uformelle samtaler, foredrag, plenumsdebatter og gruppediskusjoner sitter jeg igjen med inntrykk som utgjør en viktig del av forståelsen av feltet og som har bidratt til å forme fokus og problemstillinger, påvirke hvordan jeg oppfatter skriftlige kilder, politiske dokumenter og informantintervjuer. Opplevelser, ideer og spørsmål fra arrangementer og intervjuer ble notert i en feltdagbok som jeg har brukt aktivt i analyseprosessen. Yin (1994) mener at en av styrkene ved kvalitative casestudier er muligheten forskeren har til å benytte seg av et spekter av ulike kilder til informasjon om temaet. Forståelsen jeg har fått gjennom informantintervjuer er i noen tilfeller blitt styrket og i noen tilfeller moderert av inntrykk jeg har fått på arrangementer der bransjen har vært samlet. På samme måte har observasjonen bidratt til at jeg har dannet meg *bilder* som har dannet grunnlag for spørsmål til informanter. Jeg mener derfor at kombinasjonen av intervjuer og observasjon har skapt et relativt nyansert og helhetlig bilde av feltet.

Sekundærkilder

I tillegg til primærkildene, har jeg studert sekundære kilder i form av rapporter, brosjyrer, faktaark, foredragsnotater lagt ut på nett, utredninger fra bransjeaktørene og myndigheter. Nettsidene til bedriftene og organisasjonene har vært svært nyttige i mange sammenhenger. Energigården er en informasjons- og kunnskapsaktør og deres nettsider og infomateriell oppdateres jevnlig og er svært brukervennlig. Statoils bioenergisatsning er det litt vanskeligere å finne informasjon om på nett, ettersom satsningen er relativt lavt profilert. Norsk Bioenergiforening har en aktiv og dynamisk nettside som inneholder store mengder relevant informasjon og lenker til omtrent alle andre bioenergiaktører i Norge og en del i Norden og internasjonalt. Som støttemedlem av NoBio har jeg i under hele oppgaveperioden mottatt deres nyhetsbrev på epost med aktuelle presseklipp og andre nyheter om

¹⁴ Se vedlegg 3 for lister over konferanser jeg har deltatt på og foredrag jeg har refererer til

arrangementer og lignende. Jeg har samlet og lest offentlige dokumenter om energi- og klimaarbeidet og om Norges strategier og virkemidler for å øke bioenergiproduksjonen. Jeg har lest en del forskningsrapporter om bioenergi, men også mer generell samfunnsforskning om energi- og klimaspørsmål. Veldig mye av denne informasjonen ligger i dag lett tilgjengelig på internett. Jeg har tatt vare på alt jeg har brukt av dokumenter henholdsvis i papirformat, digitalt lagret eller som lenker til nettkilder. Sekundærkildene jeg baserer meg på er derfor i stor grad tilgjengelig og mulig å etterprøve.

Koding og analyse av data

Jeg transkriberte ord for ord alle intervjuene jeg tok opp på mp3-spiller. Ettersom intervjuene strakte seg utover mange måneder foretok jeg stort sett transkriberingen rett etter at hvert intervju hadde funnet sted. Transkriberingen av intervjuene var en interessant opplevelse fordi jeg oppdaget at jeg i mange tilfeller ikke hadde fått med meg alle synspunktene informanten kom med. En utrent intervjuer som meg filtrerte sannsynligvis ut informasjonen i uttalelsene for å lete etter de svarene jeg forventet eller ”ønsket” å høre. Samtidig var jeg opptatt av å følge med på utsagnene for å forsøke å formulere gode oppfølgingsspørsmål dersom jeg ikke forsto helt hva informanten mente. Jeg merket at jeg ble bedre til å følge med etter hvert som jeg hadde vært gjennom flere intervjuer. Selve transkriberingen brakte fram mange assosiasjoner og ideer til den videre analysen og nye intervjuer, og jeg jobbet derfor parallelt med elementer til metode-, teori-, bakgrunns- og analysekapitler.

Informantene mine hadde mange fine dialekter, men jeg valgte å transkribere intervjuene til bokmål fordi det gjorde det enklere for meg å skrive ut intervjuene. Jeg mener at dette er etisk forsvarlig ettersom målføre eller dialekt ikke er relevant for problemstillingene eller innholdet i oppgaven. Jeg har også valgt i noen tilfeller å gjøre enkelte mindre, språklige endringer i de direkte sitatene, fordi innholdet i muntlig tale ikke alltid blir like klart når det omgjøres direkte til skriftlig tekst. Kvale (1997) mener at dette er greit dersom studien ikke undersøker formuleringsevne og ordvalg, og i noen tilfeller mener han også at små omskrivninger er nesten påkrevet for å ikke gi et ufordelaktig bilde av informanten.

Ragin (1994) mener at kvalitative casestudier er egnet til teoriutvikling fordi dybdekunnskapen gjør det lettere å se hvordan de forskjellige aspektene passer sammen. Han mener at en viktig del av teoriutviklingen er å avklare *kategorier, begreper og nøkkelaspekter* ved et fenomen. På linje med Coffey og Atkinson (1996) mener Ragin (1994) at teoriutviklingen skjer gjennom hele forskningsprosessen. I begynnerfasen blir

meningsgivende¹⁵ begreper tatt fra et analytisk rammeverk som forskeren tror det kan være fruktbart å bruke. Dette gjør hun for å gi retning og struktur til studien, men det er sannsynlig at begrepene blir forandret eller forkastet underveis. Dannelse av kategorier og utvikling av begreper foregår parallelt, og det er viktig at det er samsvar mellom dem. Dersom det viser seg at begreper og kategorier er motstridende må forskeren enten vrake begrepet eller forminske kategorien. For å kunne sette konkrete funn fra en casestudie i et analytisk rammeverk må forskeren *abstrahere*, ved hjelp av sin logiske sans, bilder av forhold og årsakssammenhenger i empirien. Denne logiske slutningen gjør det mulig å overføre begreper og ideer fra ett case til et annet. Mange kvalitative forskere lar den analytiske rammen være implisitt og usagt i forskningsrapporten, noe Ragin (1994) mener er på grunn av en generell uvilje mot generalisering fra casestudier. Han fastholder at ingen analyser kan klare seg uten abstrakte begreper og mener derfor at forskeren med hell kan vise eksplisitt hvilke begreper hun bruker. Å lage en analyseramme er å utvikle en detaljert skisse av ideer om fenomenet som studeres.

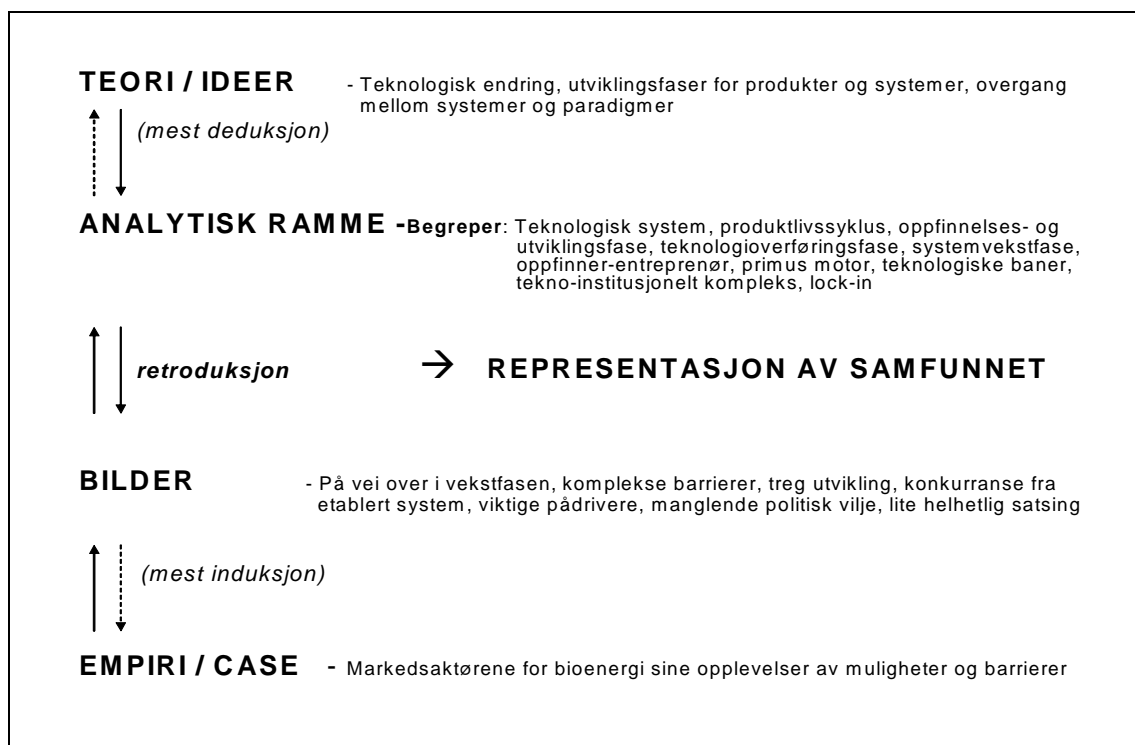
Jeg brukte et databasert program for kvalitativ forskning, *NVivo*, for å analysere intervjumaterialet mitt etter transkripsjonen. Programmet har en funksjon der man kan markere tekstbiter eller avsnitt og gi dem et navn, en *kategori*, som karakteriserer innholdet i tekstbiten og kalles en *node*. Nodene kan igjen plasseres i *hierarkier av noder* kalt *trær*. Jeg opplevde at det var vanskelig å lage gode kategorier for noder og trær. I begynnelsen valgte jeg litt tilfeldige kategorier, og det resulterte i at det ble veldig mange enkeltkategorier. Etter hvert skjønnte jeg at arbeidet med å lage gode kategorier er *en viktig del av analyseringsprosessen* i seg selv. Jeg laget trær som het eksempelvis barrierer, drivkrefter, strategier og aktører. Under barriere-treet laget jeg underkategoriene teknologiske-, økonomiske-, politiske- og institusjonelle barrierer, som hver fikk flere undernoder i form av for eksempel henholdsvis *manglende skalaøkonomi*, *manglende infrastruktur*, *manglende politisk vilje* og *manglende kunnskap*. I denne prosessen hadde jeg i tankene begreper fra teorien som for eksempel *lock-in* og *teknologiske baner* og vurderte hvorvidt informantenes uttalelser kunne sees i lys av disse. I tillegg dannet jeg kategorier basert på sekundærkilder og mine egne ideer. Kategoriseringen var en god metode for å dykke ned i intervjumaterialet og fungerte også som et verktøy for å utvikle en god struktur for min egen analysetekst. Carling (2001) skriver at kodeprosessen ved bruk av *NVivo* hjalp han til å komme nærmere dataene i hovedoppgaven, noe som var viktig for å beholde et aktivt, fleksibelt og åpent forhold til

¹⁵ Min oversettelse av "sensitizing"

teksten gjennom hele analyse- og skriveprosessen. Jeg har hatt den samme opplevelsen og har spesielt hatt nytte av en søkefunksjon som samler sitater om de ulike temakategoriene fra alle de ulike intervjuene.

Dynamisk forhold mellom teori og empiri

Ragin (1994) er opptatt av det dynamiske samspillet mellom teori og empiri som han kaller *retroduksjon*. Han mener med dette at forskeren for å kunne "sammenligne" teori og empiri må abstrahere *bilder* fra empirien som hun ser opp mot en *analyseramme* av konkrete begreper som hun utleder fra teorien, se figur 1. Retroduksjonsbegrepet ligger tett opp til begrepet *abduksjon* (Alvesson & Sköldbberg 1994) som er en kombinasjon av *induksjon* og *deduksjon* der tolkninger og teori styrkes eller svekkes av forskerens nye iakttagelser og teori. Coffey og Atkinson (1996) mener at ved abduksjon starter forskeren med det partikulære fra empirien og prøver å relatere det til videre begreper fra teorien. Det vil si et forsøk på å gå bak dataene og plassere studieobjektet i et rammeverk. Dette rammeverket blir så justert i en interaksjon mellom eksisterende ideer, tidligere funn, nye observasjoner og nye ideer eller teorier. Dette gjør retroduksjon er en fruktbar analysemodell i mange casestudier fordi forskeren ofte pendler mellom eget datamateriale og teoretisk materiale.



FIGUR 1: ENKEL MODELL FOR SAMFUNNSFORSKNING.

Kilde: Basert på Ragin (1994:57)

Jeg har hatt god nytte av denne formen for vekselvirkning mellom empiri og teori. Jeg har dannet meg bilder og et analytisk rammeverk, som har blitt justert underveis i prosessen. Jeg hadde lest en del teori om teknologisk endring før jeg begynte feltarbeidet og hadde derfor bygget meg opp en førforståelse av feltet som tok utgangspunkt i de ulike utfordringene som teorien beskrev at nye teknologier møter. Den teoretiske førforståelsen formet utgangsfokus og -problemstilling, men endret seg gradvis i møtet med feltet. Jeg forsto i løpet av arbeidet med å analysere datamaterialet at jeg hadde behov for flere teorier for å forstå feltet og for å forklare utfordringer caseaktørene mine står overfor og hvilke roller de spiller i utviklingen. Teoriene om endring av teknologisk system og skifte av tekno-økonomisk paradigme er ideer på et overordnet nivå og er derfor ikke så godt egnet til å analysere det konkrete teknologiske systemet for bioenergi og aktørenes handlinger. Jeg valgte derfor i tillegg å bruke teori om ulike utviklingsfaser for nye produkter og for nye store teknologiske systemer.

2.3 Kan casestudier gi grunnlag for generalisering?

Yin (1994) mener at generaliseringsspørsmålet er den vanligste og hardeste kritikken av casestudier. Mitchell (2000) mener at casestudier for ofte har blitt kritisert fra et *statistisk* ståsted og derfor på feil grunnlag. Han mener at årsaken ligger i at mange ikke klarer å skille mellom *statistisk* generalisering og *analytisk* generalisering. Forskjellen er at den *statistiske* innebærer å trekke slutninger fra et utvalg til en populasjon med beregnet sikkerhetsnivå som gir representativitet, mens den *analytiske* er en *teoretisk resonnering* som krever at forskeren er forankret i et passende teoretisk rammeverk. Det er åpenbart at ett eller et fåtall casestudier ikke kan si noe universelt om alle tilsvarende case. I tillegg er det viktig å huske på at casestudier er tids- og stedsspesifikke.

Cronbach (ref. Lincoln & Guba 2000) lanserer begrepet *arbeidshypotese* som erstatning for generalisering. Lokale, kontekstavhengige forhold vil umuliggjøre generalisering til *alle* lignende case, men dersom det kommer tydelig fram at forskeren tar utgangspunkt i det hun ser, kan hun lage en arbeidshypotese ut av dette. Lincoln og Guba (2000) mener at overførbarhet er avhengig av at kontekst a og kontekst b er relativt like. For at leseren skal kunne vurdere hvorvidt konteksten ligner og resultatene er overførbare, er det viktig at forskningsrapporten inneholder en såkalt *tykk beskrivelse* av forskningsprosessen, og av aktørene, strukturene og årsakssammenhengene. Dette er med å gi leseren en dypere forståelse av fenomenet som studeres, noe som kan gi grunnlag for å forstå lignende eller nye case. Det er viktig å få fram hvor komplekst forholdet mellom elementene i forskningsfeltet er, og selv om forskeren ikke *eksplisitt* skriver at resultatene har overføringsverdi, ligger det

implisitt at rapporten kan gi økt forståelse av temaet. Det er imidlertid svært viktig at forskeren skriver eksplisitt og selvkritisk om sine egne framgangsmåter, metodiske valg og avveininger. Det gir leseren et grunnlag for å forstå under hvilke forhold forskeren har kommet fram til de gitte resultatene og konklusjonene, og leseren blir dermed selv i stand til å avgjøre hvorvidt funnene i denne casestudien er overførbare til andre case. Dyptgående, kvalitative casestudier kan, dersom de er godt gjennomført, gi grunnlag for å se slike årsakssammenhenger og kan dermed gi grunnlag for analytisk generalisering (Mitchell 2000).

3. Teoretisk perspektiv på teknologisk endring

Dette kapitlet innledes med et avsnitt om evolusjonær økonomisk teori som gir et felles bakteppe for teoriene om teknologisk endring som presenteres. Deretter vil jeg avklare hva jeg legger i de sentrale begrepene teknologi, teknologiske innovasjoner, teknologisk system, og tekno-økonomisk paradigme. Så vil jeg redegjøre for ulike faser i utviklingen av et nytt produkt og et nytt, stort teknologisk system. Deretter vil jeg forklare hva som ligger i begrepet ”lock-in” og hvorfor det er relevant i denne oppgaven. Til slutt kommer jeg inn på ulike strategier og aktørroller som kan bidra til utviklingen av et teknologisk system.

3.1 Evolusjonært økonomisk perspektiv

I denne oppgaven har jeg valgt å ta utgangspunkt i såkalt evolusjonær økonomisk teori for å forstå og forklare hva som påvirker teknologisk endring og innføring av nye teknologiske systemer. De siste tiårene har evolusjonær økonomisk teori vokst opp som en kritikk av og et alternativ til tradisjonell, nyklassisk økonomisk teori. Mye av litteraturen om teknologisk endring i et miljøperspektiv er forankret i evolusjonær økonomi.

Barnes (1999) skriver at evolusjonær økonomi er en underretning av institusjonell økonomisk teori som vokste fram i USA og Canada som en motreaksjon til den europeiske nyklassiske økonomien som ble ”importert” til Nord-Amerika på begynnelsen av 1900-tallet. Amerikanske Thorstein Veblen regnes som en grunnlegger av institusjonell økonomi, og de tre viktigste elementene i denne retningen er: i) institusjonenes viktige rolle; ii) dynamikk og endring; og iii) viktigheten av teknologi. Johnson (1992:23-24) skriver at et klassisk tema i institusjonell økonomi er hypotesen om en *institusjonell hemske*¹⁶:

The basic idea is that institutional factors through their inertia and rigidity retard the dynamics of technical change. Institutions are regarded as inflexible, and institutional change is supposed to be lagging behind technical change. This creates mismatch problems, which often prevent the full realisation of the productive potential of new technologies.

Barnes (1999) diskuterer hvorfor institusjonell teori har fått en gjenvunnet popularitet fra midten av 1980-tallet, og trekker fram tre trekk ved dagens samfunnsdebatt som en slags forklaring: i) misnøye med nyklassisk økonomi fordi den er ”sosialt irrelevant”; ii) misnøye med klassisk marxisme fordi den er teoretisk streng, lukket og økonomistisk, og ”politisk

¹⁶ Min oversettelse av ”institutional drag”

død” etter den østeuropeiske kommunismens fall; og iii) at det skjer en vridning i samfunnsvitenskapene mot mer kontekstbaserte forklaringer grunnet i kultur og historie.

Det finnes flere retninger innenfor evolusjonær økonomisk teori, men et fellestrekk for dem er at de ser på teknologisk utvikling som den viktigste drivkraften for økonomisk vekst, og et viktig studieobjekt er derfor teknologiske valg og hvilke konsekvenser disse valgene har for samfunnet (Barnes 1999). Et annet likhetspunkt er at teoriene henter analogier og metaforer fra biologi, sammenlignet med nyklassisk teori som kan sies å hente metaforer fra fysikken og mekanikken (Barnes 1997). Bakgrunnen for dette er at Veblen kalte arbeidet sitt for ”post-Darwinistisk økonomi” og kritiserte den ortodokse økonomien for å se på aktørene i markedet som rasjonelle og nyttemaksimerende. Nelson og Winther (1982) tok utgangspunkt i Darwins triade av individuell variasjon, arv av egenskaper og naturlig seleksjon og utviklet en innflytelsesrik evolusjonær teori om firmaer og deres teknologiske valg (Johnston et al. 2000). Mange forskere har jobbet videre fra Nelson og Winthers arbeid¹⁷, og de legger blant annet vekt på to konsepter i sammenheng med teknologisk utvikling, - *stiavhengighet*¹⁸ og ”*lock-in*”. Disse begrepene er også sentrale i denne oppgaven, og jeg vil komme tilbake til dem senere i dette kapitlet.

Jeg anser evolusjonær økonomisk teori som svært relevant i denne oppgaven fordi den kan hjelpe meg til å forstå hvilke faktorer som virker inn og bidrar til å fremme og hemme innføringen av et nytt teknologisk system som bioenergi. Teorien gir økt forståelse for hvorfor teknologisk endring er en kompleks prosess, og at det er spesielt viktig å ta høyde for institusjonell treghet.

3.2 Hva er teknologi?

3.2.1 Teknologi

MacKenzie og Wajcman (1985) mener at det er tre viktige aspekter som sammen utgjør begrepet teknologi; i) den fysiske gjenstanden/”hardwaren”; ii) menneskers aktivitet/bruk av gjenstanden; og iii) menneskets kunnskap om hvordan den fysiske gjenstanden lages, brukes og vedlikeholdes. Når det gjelder bioenergi vil denne definisjonen omfatte i) de fysiske gjenstandene og maskinene som brukes i produksjon av pellets, forbrenning av biomassen og distribusjon av varmeenergien for eksempel i vannbårne varmesystemer, ii) produsentenes og brukernes bruk av maskinene, ovnene og varmesystemet, og iii) deres kunnskap om hvordan

¹⁷ Se for eksempel: Freeman og Perez (1988), Schot (1994), Kemp (1994), Unruh (2000 og 2002)

¹⁸ Min oversettelse av ”path-dependency”

produksjons-, forbrennings- og distribusjonsutstyret lages, brukes og vedlikeholdes. Endresen (1993) mener at teknologibegrepet også omfatter bred kunnskap om den *sosiale organiseringen* av produksjonsprosessen. Ettersom jeg tar for meg hele det teknologiske systemet for bioenergi med både produksjons- og bruksteknologi kan den sosiale organiseringen av produksjonsprosessen i mitt tilfelle bety både sosial organisering av *produksjon av foredlet biobrensel*, det vil si samhandling mellom produksjonsaktører, og sosial organisering av *produksjon av varme* fra biobrensel, det vil si hvorvidt forbrenningsteknologien produserer varme til individuelle boliger eller til kollektive varmesentraler. Unruh (2000) mener at det er vanskelig å definere teknologi uten å ha med en *systemdimensjon* som sier noe om at enkeltteknologier er koblet sammen gjennom overordnede og underordnede systemer.

3.2.2 Teknologiske innovasjoner og entreprenører

It is *not* possible to treat all innovations as though they were isolated and equal separate events. A satisfactory theory of technical change must embrace a taxonomy of innovation which recognises the qualitative differences between different types of innovation and their systemic interdependencies. (Freeman 1992:77)

For å forstå kompleksiteten i teknologisk endring er det nyttig å skille mellom ulike grader av og former for endring. En innovasjon kan defineres som det å ta i bruk en idé eller en oppfinnelse¹⁹, enten et produkt eller en prosess, for å skape forandring i individers handlingsmønstre eller i en produksjonsprosess (Goodall 1987). Schumpeter (ref. Freeman 1992) laget det klassiske skillet mellom oppfinnelse og innovasjon som siden har blitt brukt i de fleste økonomiske analyser av teknologisk endring. Denne delingen setter søkelyset på *entreprenøren* som Schumpeter mente var viktigere enn *oppfinneren* i den teknologiske endringsprosessen, fordi det er behov for folk med vilje og drivkraft til å realisere nye oppfinnelser i markedet. Han definerte en entreprenør som den eller de personer som er ansvarlig for forretningsbeslutninger som fører til at nye produkter, prosesser eller systemer introduseres i markedet, eller som fører til at det oppstår nye markeder eller nye tilbyderkilder.²⁰ Han mente at et slik innovativt entreprenørskap var en form for kreativt lederskap og at det er et resultatet av *vilje* heller enn av *intellekt*.

¹⁹ Min oversettelse av "invention"

²⁰ Min oversettelse av "sources of supply"

Only an act of innovative entrepreneurship would bring an invention from the status of scientific curiosity to that of commercial artefact; for Schumpeter this was the true and only source of profit and growth in capitalist society, and it's most characteristic feature.
(Freeman 1992:76)

Freeman og Perez (1988) deler teknologiske innovasjoner inn i følgende taksonomi: inkrementelle innovasjoner, radikale innovasjoner, endring av teknologiske systemer og endring i tekno-økonomiske paradigmer.

Inkrementelle innovasjoner er nyskaping og forbedringer av produkter og prosesser som skjer mer eller mindre kontinuerlig i all produksjon, ofte som et resultat av ingeniørens stadige effektiviseringsprosesser eller etter tilbakemelding fra brukere. Enkeltvis har de inkrementelle innovasjonene ingen dramatiske konsekvenser, men samlet er de svært viktige for produktivitetsveksten og brukervennligheten. I bioenergisammenheng kan en inkrementell innovasjon for eksempel være en ny måte å presse pellets på som reduserer energibruken i prosessen eller en teknisk endring i en pellets kamin som gir en bedre forbrenningsprosess med lavere utslipp av partikler.

Radikale innovasjoner er nyskaping i produkt eller prosess som bryter helt med tidligere måter å gjøre ting på, og de er som regel et resultat av målrettet forskning og utvikling. De bringer ofte med seg en kombinasjon av innovasjoner innenfor produkt, prosess og organisatoriske endringer, og dersom det oppstår en klynge av sammenkoblede radikale innovasjoner kan det få dramatiske strukturelle konsekvenser som påvirker det økonomiske systemet. Innovasjonen av pellets, hardpresset flis, representerte en radikal forandring fordi den tok i bruk biomasse på en helt annen måte enn tradisjonell ved og økte energieffektiviteten, reduserte luftforurensningen og forenklet transport og bruk.

Endring av teknologisk system er store teknologiske endringer som påvirker flere bransjer og skaper helt nye sektorer. Det består av en kombinasjon av radikale og inkrementelle innovasjoner, og i tillegg organisatoriske og styringsmessige innovasjoner. Det kan sees på som en konstellasjon av innovasjoner som er innbyrdes beslektet både teknisk og økonomisk. Bioenergi kan sees på som et nytt teknologisk system som består av produksjons-, forbrennings- og distribusjonsteknologi, produsenter, forbrukere, organisasjoner, institusjoner, pådrivere og lignende. Men innføring av et nytt teknologisk system trenger ikke å erstatte et lignende etablert system, de to kan ofte eksistere side om side og fylle ulike roller eller konkurrere om de samme brukerne. Det dominerende teknologiske systemet for oppvarming i Norge i dag er elektrisitetssystemet, men vannbåren, biobrenselbasert oppvarming kan etableres som et alternativ i tillegg.

Endring i tekno-økonomisk paradigme er så vidtrekkende endringer i teknologiske systemer at det får konsekvenser for hele det økonomiske systemet. En slik endring bringer med seg mange radikale og inkrementelle innovasjoner og fører til at det oppstår en rekke nye produkter, tjenester, systemer og industrier. I tillegg har endringen en direkte eller indirekte påvirkning på mange andre bransjer i økonomien.

3.2.3 Teknologiske systemer

Christiansen (2001) definerer et teknologisk system som et sett teknologiske komponenter der alle bestanddelene i form av hovedkomponenter, underordnede teknologier og infrastruktur er avhengige av hverandre. Han bruker et *energisystem* som et eksempel på et teknologisk system, og peker på at det er et komplekst system av fysiske komponenter, overførings- eller distribusjonssystemer og tilhørende organisasjoner og institusjoner.

Carlsson og Stankiewicz (1991) har en litt annen forståelse av begrepet og mener at det er *selve nettverket* av aktører som jobber med å lage, spre og bruke en spesifikk kategori av teknologi, under en spesiell institusjonell infrastruktur, som utgjør den viktigste delen av det teknologiske systemet. De fremhever kunnskaps- og kompetanseflyt mellom aktørene som viktigere enn flyten av varer og tjenester. Jacobsson og Johnsson (2000) bygger videre på Carlssons og Stankiewicz' definisjon (1991) og sammenligner teknologiske systemer med nasjonale og regionale innovasjonssystemer og industrielle nettverk. Det er altså aktørnettverket og institusjoner som står i fokus for definisjonen, men det som skiller teknologisk system fra innovasjonssystemene er at det er teknologitypen som står i sentrum av analysen, og ikke et geografisk avgrenset område eller en type industri. Fokuset på aktørenes rolle i utviklingen og etableringen av det teknologiske systemet er viktig i denne oppgaven fordi jeg bruker to aktører i bioenergibransjen som utgangspunkt for å forstå de felles barrierene for bransjens ekspansjon.

Unruh (2000:819) definerer et teknologisk system slik: "(...) *inter-related components connected in a network or infrastructure that includes physical, social and informational elements*". Han påpeker at det finnes mange ulike analysenivåer for teknologiske systemer. For eksempel kan det automobile transportsystemet med biler, motorveier, trafikklys, bilverksteder og bensinstasjoner sees på som ett teknologisk system, men det kan samtidig brytes ned til at hver av komponentene representerer teknologiske systemer i seg selv. Overført til bioenergi betyr dette at det finnes flere teknologiske systemer innenfor bioenergisektoren, men jeg velger i denne oppgaven å ta et *overordnet perspektiv* og definere det teknologiske systemet for bioenergi som de *fysiske komponentene* for produksjon,

forbrenning og infrastruktur for varme; *markedsaktørene* i form av produsenter, forbrukere, organisasjoner og nettverk; og *institusjonene* i form av de formelle institusjonene myndighetsorganer, lovverk, utdanningsinstitusjoner og FoU-institusjoner; og de uformelle institusjonene utviklingsarbeid og normer og vaner knyttet til bioenergi.

3.2.4 Tekno-økonomiske paradigmer

Carlota Perez (1983) har utviklet begrepet *tekno-økonomisk paradigme* med utgangspunkt i teorier om sykliske svingninger i økonomisk historie, såkalte *lange bølger* ("modes of growth"). Langbølgeteorien deler inn den makroøkonomiske verdenshistorien fra industrialiseringens begynnelse og framover i 50-års sykluser der hver tidsperiode i all hovedsak kan sies å være dominert av én eller flere *nøkkelfaktorer*, *bevegende sektorer* som produserer nøkkelfaktorene og *bærende sektorer* som bruker nøkkelfaktorene, realiserer den idealtypiske produksjonsorganiseringen og påvirker vekstraten i økonomien (Mjøset & Kasa 1992). Nøkkelfaktorer²¹ er "*inputs som inngår på diverse steder i produksjonsstrukturen, og som blir suksessivt billigere*" (Mjøset & Kasa 1992:5). Nikolai Kondratieff (1892-1938) var en av de første som beskrev et langbølgemønster for oppgang og nedgang i økonomien. Joseph Schumpeter (1883-1950) videreutviklet bølgeteorien og mente at nedgangstid for en tekno-økonomisk bølge er et symptom på at det tekno-økonomiske systemet som den foregående veksten var basert på har uttømt sine muligheter (Endresen 1993).

Perez' konsept om tekno-økonomiske paradigmer har mye til felles med Schumpeters langbølgeteori, men Freeman (1988) mener at hun skiller seg fra den på flere måter. For det første forstår hun endring av tekno-økonomisk paradigme i en videre betydning enn Schumpeter: "*It recognises the pervasive effects of a change of technological style not just in a few motive branches of the economy but throughout the system*" (Freeman 1988:10). For det andre mener Freeman at Perez gir en mer tilfredsstillende forklaring på periodene med nedgang og depresjon som i Schumpeters modell bare karakteriseres som et slags *sykdomstegn*²². Hun går inn og studerer "bølgedalene" mellom to paradigmer og beskriver en stor *mistilpasning* når det etablerte sosio-institusjonelle rammeverket ikke lenger passer til det nye tekno-økonomiske paradigmet. Skiftet av paradigme innebærer en *teknologisk revolusjon*, en voksende konstellasjon av gjensidig avhengige tekniske, organisatoriske, styringsmessige og sosiale innovasjoner som fører til en krise i den dominerende teknologien. Etter hvert som

²¹ Arkeologene så også viktigheten av *nøkkelfaktorer* for den økonomiske utviklingen, noe som gjenspeiles i deres klassifisering av tidsaldre som *steinalderen*, *bronsealderen* og *jernalderen* (Freeman og Perez 1988).

²² Min oversettelse av "pathological phenomenon"

de nye teknologiene brer om seg utvikler det seg en ny logikk, en ny "common sense" hos ingeniører, entreprenører, ledere og investorer for hvordan for eksempel industriproduksjon skal organiseres (Perez 1997). Det nye tekno-økonomiske paradigmet utvikler seg først inne i det gamle paradigmet og blir ikke dominant før etter en lengre overgangsperiode. Perioden kalles en *struktureltilpasningskrise*²³ og karakteriseres av teknologisk eksperimentering, politisk debatt og konflikter som etter hvert fører til en ny reguleringsmåte for systemet (Perez 1983, Freeman 1988). Det er behov for dype sosiale- og institusjonelle endringer for å matche det nye teknologiske systemet som "presser seg frem" og konkurrerer mot det etablerte systemet. Schumpeter (ref. Endresen 1993) mente at det er behov for en såkalt "kreativ destruksjon" av gamle økonomiske strukturer og produksjonsutstyr for å rydde plass til det nye som vil være mer lønnsomt i et langsiktig perspektiv. Endresen (1993:14) skriver: *"Dette er en smertefull prosess. Ikke bare står store verdier som er nedlagt i maskiner og infrastruktur i veien, men også gammelt tankegods og maktforhold innenfor produksjonens organisering kan virke stengende."* Perez (1997) mener at institusjonene har en naturlig treghet, blant annet fordi de har blitt bygget opp rundt, og blitt styrket av, tidligere suksess og økonomiske interesser. Det er derfor bare dersom den kreative destruksjonsprosessen i økonomien gir store negative sosiale konsekvenser som igjen skaper et sterkt politisk press at det settes i gang grunnleggende reformering av institusjonene. Hun mener derfor at en nedgangsperiode i en langbølge har en tekno-økonomisk årsak og en sosio-institusjonell løsning. Perez (ref. Freeman 1992) mener videre at behovet for nye institusjoner kanskje er mest opplagt når det gjelder utdanning og opplæring, men at det er behov for nye institusjoner i omtrent alle deler av samfunnet; som kapitalmarkedet, standardiseringssystemer, eiendomsforhold til teknologien, myndighetsreguleringer av ulike sektorer i økonomien, industrirelasjoner, fagforeningsstruktur og så videre.

Mjøset og Kasa (1992) skriver at ideen om at det kan identifiseres lange bølger i statistikken over verdens produksjon og prisnivåer er svært omdiskutert, men jeg vil ikke komme inn på den spesifikke kritikken her. Oppgaven fokuserer på innføringen av bioenergi som et nytt teknologisk system i den norske energisektoren. Freeman (1992) mener at de nye fornybare energikildene kan bli en viktig del av et framtidig, nytt og "grønt" tekno-økonomisk paradigme.

²³ Min oversettelse av "structural crisis of adjustment".

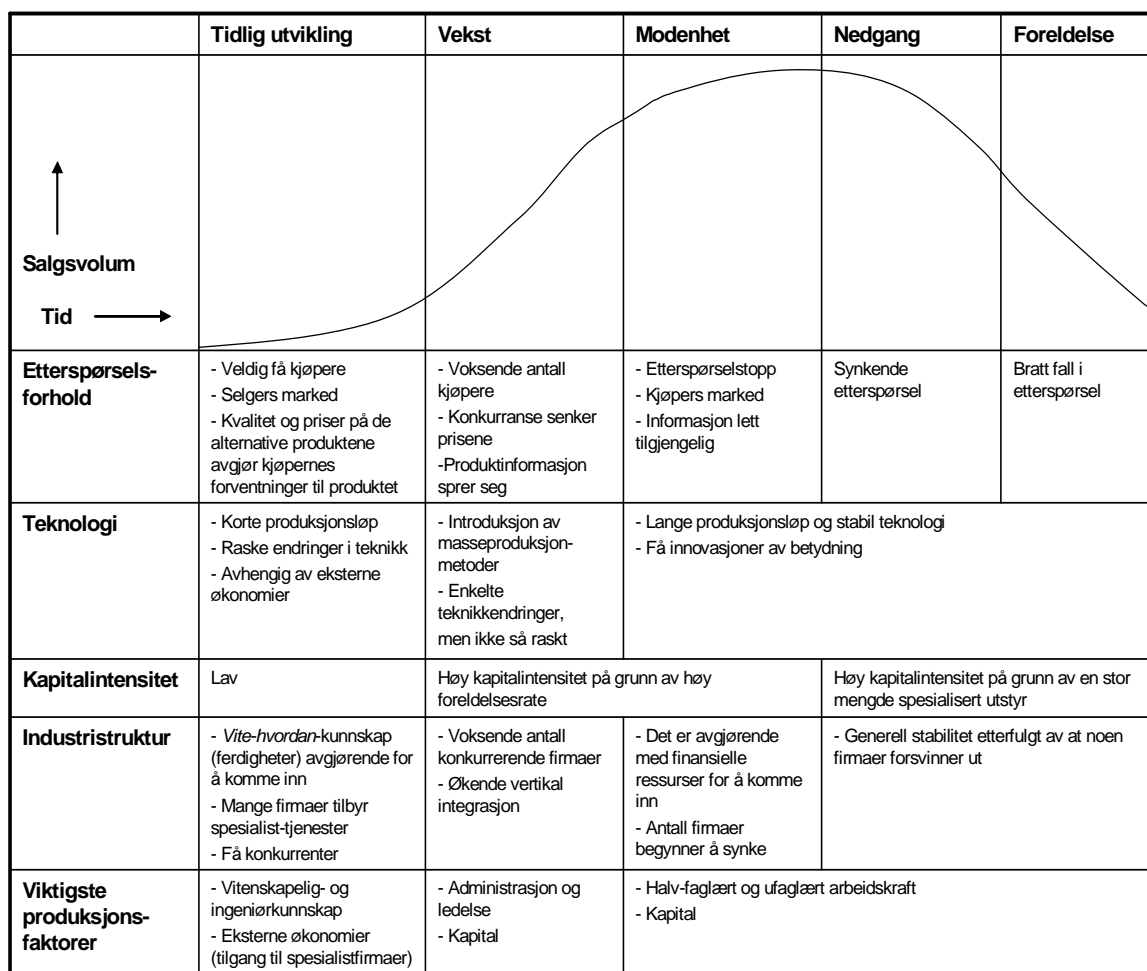
3.3 Utviklingsfaser for produkter og store systemer

3.3.1 Produktlivssyklus

Ideen om en *produktlivssyklus*²⁴ går ut på at nye produkter ofte har en salgsvekst som følger en bestemt kurve fra innovasjonen av produktet og gjennom følgende stadier; *tidlig utvikling, vekst, modenhet, nedgang og foreldelse* (Hirsch 1967, Dicken 1998). Når et produkt introduseres på markedet er det vanlig at etterspørselen er lav fordi forbrukerne har begrenset kjennskap til det og fordi de som kjenner det er usikre på produktets kvalitet og pålitelighet. Mange produkter kommer aldri forbi dette tidlige utviklingsstadiet, men de som gjør det får ofte en fase med rask vekst på grunn av økende etterspørsel. Veksten når en topp og flater ut når produktet er blitt modent og etter hvert som produktet foreldes vil etterspørselen synke til et lavere og lavere nivå. Hvor langt tid hver fase og syklusen som helhet tar varierer sterkt fra produkt til produkt.

De fem stadiene har ulike karakteristika i forhold til etterspørselsforhold, teknologi, kapitalintensitet, industristruktur og hvilke produksjonsfaktorer som er viktige (Hirsch 1967), se figur 2. I *utviklingsfasen* til produktet er det svært viktig med høyt nivå av vitenskapelig- og ingeniørbasert kunnskap. Teknologien endrer seg raskt og det er lav kapitalintensitet. I *vekstfasen* til et produkt er det avgjørende med god tilgang på kapital, og god ledelse og administrasjon. Masseproduksjonsmetoder tas i bruk, teknologien endrer seg noe, men endringene skjer ikke like raskt som i startfasen. Informasjon om produktet er i ferd med å spre seg i samfunnet og etterspørselen stiger. Antall firmaer som tilbyr produktet er økende og konkurransen om kundene presser prisene ned. Kapitalintensiteten er høy fordi foreldelsesraten er høy. Det er disse to første fasene som vil være de viktigste for å analysere situasjonen til moderne biobrensel i Norge. Når veksten flater ut og produktet kommer over i *modenhetsfasen* er det blant annet fordi informasjon om produktet er lett tilgjengelig i markedet, det er blitt kjøpers marked og antall firmaer som tilbyr produktet begynner å synke. I *nedgangs- og foreldelsesfasen* er etterspørselen synkende og det er stabil teknologi med få innovasjoner av betydning. Derfor er det heller ikke behov for annet enn lavutdannet eller ikke utdannet arbeidskraft.

²⁴ Min oversettelse av "product life-cycle"



FIGUR 2: PRODUKTLIVSSYKLUS OG KARAKTERISTIKK AV DE ULIKE FASENE

Kilde: Basert på Dicken (1998:162) og Hirsch (1967:23)

Det har utviklet seg mange ulike varianter av produktlivssyklus-kurven over den samme lesten, spesielt innen økonomi- og markedsføringsfag. Noe av kritikken som har blitt rettet mot produktlivssyklus-konseptet er at det er vanskelig å avgjøre overgangen mellom de ulike fasene og at det er mange produkter som ikke følger denne utviklingskurven. I tillegg er det blitt kritisert at *tid* blir sett på som en avgjørende faktor for utviklingen, mens andre viktige faktorer er utelatt, som for eksempel firmaets strategi og styringspolitikk, og skiftende trender i markedet (Komminos 2002).

3.3.2 Utviklingsfaser for store teknologiske systemer

Historikeren Thomas Parke Hughes (1983, 1987) skriver om innføringen av elektrisitetssystemet i vestlige samfunn blant annet i sin bok *Networks of Power*. Han deler etableringen av store teknologiske systemer inn i fire hovedfaser, som hver har sine dominerende karakteristikk. Hver fase har også en type profesjonelle som leder an veksten i

systemet og som har spesielle egenskaper og interesser. I *oppfinnelses- og utviklingsfasen* er ”oppfinner-entreprenører” de mest sentrale aktørene. Forskjellen på disse oppfinnerne og andre er at de ikke bare finner opp en ny teknisk løsning, men i tillegg jobber med å sette den i produksjon og bidrar til å bygge opp tilhørende systemer slik at oppfinnelsen kan tas i bruk i større skala. I den neste fasen foregår det en *teknologioverføring* fra en region eller et land der systemet er veletablert til et nytt område. I denne fasen er det behov for mange typer endringsaktører som oppfinnere, entreprenører, firmaorganisatorer og investorer som kan tilpasse systemet til den nye konteksten. I *systemvekstfasen* har ingeniørene en sentral rolle i å løse opp store flaskehalsen ved å løse kritiske problemer, og systemet vokser dersom etterspørselen etter produktene er stor nok. Flaskehalsene oppstår fordi enkelte komponenter eller aktører i systemet blir liggende etter av ulike grunner. I *fremdriftsfasen* vinner systemet terreng, og det er blitt stort fordi det er blitt investert mye i maskiner, innretninger, infrastruktur og andre fysiske gjenstander. Fremdriften forsterkes av firmaanliggende, og av at myndighetsinstitusjoner, det profesjonelle samfunnet, utdanningsinstitusjoner og andre organisasjoner er med å skape eller skapes av *den tekniske kjernen* i systemet. Det er viktig å presisere at ikke alle teknologiske systemer er innom alle disse fasene, og noen stopper opp før etableringen har kommet særlig langt. De tre første fasene er mest interessante i analysen av det teknologiske systemet for bioenergi i Norge. Jeg vil se nærmere på de viktigste aktørene i de ulike fasene og deres roller i utviklingen av nye produkter og systemer i delkapittel 3.5.1.

3.3.3 Betydningen av bruker-produsent-samarbeid og nettverk

Lundvall og Johnson (1994) beskriver *læringsøkonomien* der kunnskap er den viktigste ressursen og læring den viktigste prosessen. Lundvall og Johnson deler inn kunnskap i fire hovedkategorier; *vite-hva*, som er faktakunnskap, *vite-hvorfor*, som er vitenskapelig kunnskap om sammenhenger, *vite-hvem/hvor/når*, som er nettverk og relasjoner, og *vite-hvordan*, som er ferdigheter²⁵. Alle disse typene kunnskap kombineres i innovasjonsprosessen, men nettverk og relasjoner er spesielt viktig for en ung teknologi under utvikling fordi innovasjon og læring er en *interaktiv prosess*. Interaksjon mellom produsentenes teknologiutviklere og avanserte eller profesjonelle brukere er i mange tilfeller en forutsetning for en effektiv videreutvikling av teknologien. Både produsenten og brukeren av en teknologisk gjenstand eller system har viktige incentiver for å opprettholde kontakt etter at kjøp/salg er foretatt (Lundvall 1988).

²⁵ Min oversettelse av ”know-what, know-why, know-who/when/where, know-how”

Produsentene har nytte av kunnskap om produktets sterke og svake sider som brukeren opparbeider seg ved å *lære gjennom bruk*, og denne typen kunnskap kan de bare få gjennom direkte kontakt med brukerne. Flaskehalsar og teknologiske svakheter kan dermed korrigeres gjennom inkrementelle innovasjoner, og nye, radikale innovasjoner kan utvikles på bakgrunn av bedre forståelse av brukernes behov og læringskapasitet. Fra brukerens synspunkt er det ofte behov for hjelp fra produsenten til å installere komplekst og spesialisert utstyr, opplæring til å ta det i bruk og vedlikehold og reparasjoner ved slitasje og skade. Lundvall (1992) mener at den relative betydningen av romlig, kulturell og organisatorisk avstand mellom bruker og produsent i en interaktiv læringsprosess er avhengig av hva slags type teknologisk endring som er målet. Når det gjelder inkrementell teknologisk innovasjon er det behov for relativt tett og stabil kontakt mellom aktørene fordi informasjonen ikke så lett kan kodifiseres og kommuniseres via telekommunikasjon. Det vil derfor være en fordel å være fysisk samlokalisert eller innen kort reiseavstand. Formelle og uformelle nettverk, med et bredere spekter av aktører enn kun brukere og produsenter, er også viktig for utvikling, innovasjon og spredning av teknologi og det er behov for fysisk interaksjon og kontakt innad i nettverket, for eksempel gjennom seminarer og andre arrangementer, fordi mye av læringen foregår gjennom utveksling av erfaringer i form av taus kunnskap. Samtidig som det er viktig med gode metoder for kunnskapsoverføring og læring mener Lundvall og Johnson (1994) at det er vel så viktig med gode prosesser for å *lære å glemme* systemer, ordninger og vaner som ikke lenger er aktuelle og som skal byttes ut med nye.

3.4 Lock-in

Jeg vil her komme inn på faktorer som er viktige for å forstå hvorfor de veletablerte teknologiene står sterkt og dermed gjør det vanskelig for nye å etablere seg. Først vil jeg introdusere begrepet *teknologisk lock-in* som beskriver hvordan de etablerte systemene kan lukkes inne og hvordan de alternative dermed stenges ute. Deretter vil jeg se på hvordan den teknologiske utviklingen er tett bundet sammen med ulike samfunnsinstitusjoner og kan skape et *institusjonelt lock-in*. Til slutt vil jeg se på lock-in i sammenheng med miljøproblemer og avslutte med å vise til kritikk av lock-in-ideen.

3.4.1 Teknologisk lock-in

Teknologisk lock-in er et begrep som har blitt brukt av blant annet økonomer, historikere og sosiologer²⁶ i økende grad siden midten av 1980-tallet (Perkins 2003). Det er beskrevet to hovedforklaringer på teknologisk lock-in, men disse overlapper hverandre på mange punkter og kan derfor ses på som to dynamiske krefter som virker sammen. Den første forklaringen er at det finnes *teknologiske paradigmer* der utviklingen følger bestemte *teknologiske baner* fordi utviklerne og brukerne av den dominerende teknologien har opparbeidet seg et felles sett av kunnskaper, vaner og forventninger over lang tid. Dette er en av forklaringene sosiologen Unruh (2000, 2002) baserer seg på i sine artikler om ”carbon lock-in”. Den andre forklaringen går ut på at bruken av en bestemt teknologi gir *økende avkastning*²⁷ etter hvert som den tilpasser seg samfunnet og de største investeringene er foretatt. Denne forklaringen er det blant annet samfunnsøkonomen Arthur (1989) bruker for å forklare teknologisk lock-in. Den økende avkastningen bidrar på sin side til å skape sterke incentiver og strukturer som forsterker de teknologiske banene i paradigmet. Den samlede effekten av de to fenomenene fører til at den teknologiske utviklingen i store systemteknologier, som for eksempel telekommunikasjon- og energisystemer, ofte preges av inkrementelle innovasjoner og *stivhengighet* (Perkins 2003).

Teknologiske baner

Nelson og Winther (ref. Coombs 1988) bruker begrepet *teknologiske baner*²⁸ for å referere til “*the intellectual structure guiding technical change in a field at any time, and to the associated internal dynamics through which technology unfolds*” (Coombs 1988:295). Nelson og Winther utvikler ideen om teknologiske baner med utgangspunkt i Nathan Rosenbergs begrep *teknologisk imperativ*:

Particularly in industries where technological advance is very rapid, advance seems to follow advance in a way that appears almost inevitable. Rosenberg (1969) writes of “technological imperatives” as guiding the evolution of certain technologies: bottlenecks in connected processes and obvious weak points in products form clear targets for improvement. In other cases, the directions taken seem “straighter” than is suggested by Rosenberg’s emphasis on the shifting focus of attention. We term these paths “natural trajectories”.

(Nelson & Winther 1982:258)

²⁶ Se for eksempel David 1985, Arthur 1989, Cowan 1990, Liebowitz & Margolis 1995

²⁷ Min oversettelse av ”increasing returns”

²⁸ Min oversettelse av ”technological trajectories”

Ideen med teknologiske baner innebærer at de som bidrar til utviklingen av teknologien, i fellesskap følger et sett uskrevne regler for hvordan teknologien skal utvikle seg og i hvilken retning den skal gå. For eksempel utvikles bilmotorer mot å bli raskere og datamaskiner utvikles mot å bli kraftigere, men mindre i størrelse. Ideen er at forskning og utvikling følger en slags indre logikk, eller et bestemt mønster for framdrift. Dette skjer spesielt for teknologier som utvikler seg raskt.

Begrepet teknologisk bane kan sammenlignes med Kemps (1994) begrep *teknologiske mønstre*. Kemp mener at hovedgrunnen til at samfunnet følger et teknologisk mønster er at teknologien er perfektionert i alle ledd, det være seg i produksjonsprosessen, produktdesignet, forbruksmønsteret, vedlikeholdsmulighetene, infrastrukturen, sosiale normer, myndighetenes regulering og rammebetingelser, folks livsstil og så videre. Utviklerne fortsetter å videreutvikle teknologien etter samme mønster fordi det er en slags felles forventning om dette i samfunnet.

Ideen om teknologiske baner er blitt kritisert for å være *predeterministisk*. MacKenzie og Wajcman (1985) mener blant annet at den er en "selvoppfyllende profeti" basert på aktørenes interesser, avgjørelser og forventninger for framtida. De mener at det alltid er flere mulige retninger teknologien kan utvikle seg, for eksempel vil grupper av teknologiforskere under ulike omstendigheter utvikle det samme paradigmet i forskjellige retninger. De bruker som eksempel at amerikanske og russiske forskere startet med nesten samme utgangspunkt når det gjaldt missil-teknologi før den kalde krigen. Men adskilt forskning i mange år førte dem i ulike retninger, de utviklet altså hver sin teknologiske bane.

Økende avkastning

Det er fire ulike fenomener som gir økende avkastning; skalaøkonomi, læringseffekter, forventningstilpasning²⁹ og nettverkseksternaliteter (Arthur 1989). Begrepet *skalaøkonomi* innebærer at når en teknologi har store investeringskostnader eller store faste kostnader vil kostnadene ved produksjon av hver enhet reduseres etter hvert som produksjonsvolumet øker. Dette gjør at det er knyttet *nedfelte kostnader*³⁰ til den eksisterende teknologien, og dette kan i sin tur gjøre det mindre attraktivt for firmaer, institusjoner og privatpersoner å bytte ut den etablerte teknologien. Begrepet *læringseffekter* innebærer at teknologiske produkter blir bedre og billigere etter hvert som kunnskapen om både produksjonsprosessen og bruken av teknologien øker og spesialiseres. Ideen om *forventningstilpasning* dreier seg om at etter hvert

²⁹ Min oversettelse av "adaptive expectations"

³⁰ Min oversettelse av "sunk cost"

som en teknologi blir implementert i samfunnet blir både produsenter og brukere sikrere på teknologiens kvalitet, bruksområder og levetid. Dette kan føre til mangel på drivkrefter for å utvikle eller innføre alternative teknologiske løsninger. *Nettverkseksternaliteter* er de fordelene det medfører for en person å bruke den samme teknologien som mange andre bruker. Et eksempel er at fordelene av å ha telefon øker med antallet mennesker som har det samme. Nettverkseksternaliteter for den eksisterende teknologien kan skape inngangsbarrierer for nye, radikale teknologier som forsøker å komme inn på markedet. Ny teknologi som ikke er kompatibel med det gamle teknologiske systemet kan kreve store endringer og utbygginger av fysisk infrastruktur, og oppbygging av kunnskap om bruk og vedlikehold. Dette innebærer store endringskostnader som i sin tur gjør at innføringen av den nye teknologien går tregt. Den trege prosessen og de store omveltningkostnadene er en viktig årsak til at firmaer, myndigheter og forbrukere ofte ”motsetter seg” introduksjonen av nye omfattende teknologiske systemer. Når samfunnet først er lukket inne i et teknologisk system er det vanskelig å bytte ut, og det etablerte kan holde alternative teknologier utenfor i lange perioder, selv når alternativet løser viktige problemer ved den etablerte teknologien (Unruh 2000). Det mest kjente eksempelet på dette i litteraturen er det såkalte QWERTY-tastaturet, som i dag er standard på de fleste datamaskiner. David (1985) skriver at dette tastaturet ble det dominerende for alle datamaskiner selv om Dvorak Simplified Keyboard, som kom inn på et litt senere tidspunkt, skal ha vært et teknisk bedre alternativ. Da var samfunnet allerede ”bundet” til det første.

3.4.2 *Institusjonelt lock-in og tekno-institusjonelt kompleks*

Technologies - both individual and in clusters - cannot evolve without being embedded in an appropriate social and institutional context. The match between technologies and their social and institutional setting is vital in determining how technologies are conceived, what resources society devotes to their development, and whether they are accepted or rejected. However, social structures and institutions change slowly.

(Grübler 1998:361)

Institusjoner kan defineres som ”*any form of constraint that human beings devise to shape human interaction. These include formal constraints, such as legislation, economic rules and contracts, the informal constraints, such as social conventions and codes of behaviour*” (Foxon 2002:2). Unruh (2000) skiller også mellom *formelle* og *uformelle* institusjoner, der de formelle er myndighetsinstitusjoner som etater, lovreguleringer og utdanningsinstitusjoner, mens de uformelle er blant annet vaner og normer. Det er også vanlig å skille mellom *private* institusjoner som bedrifter og *offentlige* institusjoner som skoler og myndigheter. North (ref.

Foxon 2002) mener at alle de fire faktorene som skaper økende avkastning for teknologier, nevnt over, også gjelder for institusjoner og bidrar til å skape et *institusjonelt lock-in*.

Perez (1983) deler samfunnet inn i en tekno-økonomisk og en sosio-institusjonell sfære. De teknologiske innovasjonene oppstår i den tekno-økonomiske sfæren, mens innføringen og spredningen av dem skjer i den sosio-institusjonelle. Perez poengterer at tregheten i teknologisk endring hovedsakelig kommer av at tekno-økonomiske endringer skjer raskere enn sosio-institusjonelle endringer. En viktig grunn til dette er at det har foregått en felles utvikling og tilpasning gjennom mange år mellom de ledende teknologiene og alle samfunnsinstitusjonene. Når et teknologisk system først er godt etablert står det sterkt fordi dets posisjon opprettholdes og støttes av ulike politiske og sosiale institusjoner; for eksempel myndighetenes politikk for å styrke spesiell infrastruktur, forskningsprogrammer, sektorprivilegier, styringssystemer og utdannings- og opplæringsaktivitet (Kemp 1994). Når et nytt stort teknologisk system forsøker å etablere seg står de ofte i direkte konkurranse med etablerte teknologier. Fordi de etablerte er blitt institusjonalisert har de et forsprang som er vanskelig å ta igjen for utfordreren. Den vanskelige situasjonen for det nye systemet fører til at mange aldri når igjennom, selv ikke teknologier som kan sies å være bedre enn de etablerte, fordi de for eksempel introduseres på et tidspunkt når en annen teknologi som har noen av de samme bruksområdene allerede er veletablert. Nye teknologiske systemer fordrer endringer i blant annet institusjoner, produksjon og forbruk. Dette kan bidra til å forklare hvorfor kostnadene av storskala teknologiske endringer er så store på kort sikt, og dermed hvorfor prosessen med innføring av nye teknologiske systemer tar lang tid. Organisasjoner og institusjoner som er viktige i det etablerte systemet, og som derfor har mye makt, vil i tillegg ofte yte motstand mot den nye teknologien fordi den kan komme til å undergrave deres fundament (Freeman 1992, Kemp 1997).

Unruh (2000) er også opptatt av den gjensidige avhengigheten mellom teknologiske systemer og ulike institusjoner. Han lanserer ideen om et *tekno-institusjonelt kompleks*³¹ som han mener kan oppstå når et stort teknologisk system er blitt veletablert i samfunnet. Ideen er at det foregår en samhandling mellom det etablerte teknologiske systemet og de styrende institusjonene som gjør at de forsterker hverandre. Dette kan kalles for en *gjensidig bekreftelsesmekanisme*³² mellom den teknologiske infrastrukturen og institusjonene som skaper, sprer og bruker den. Unruh bruker produksjon, distribusjon og bruk av elektrisitet som eksempel på et komplekst system av teknologi forankret i en sosial kontekst med mange

³¹ Min oversettelse av "techno-institutional complex"

³² Min oversettelse av "positive feedback mechanism"

offentlige og private institusjoner. De fleste vestlige land har historisk hatt en myndighetsstyrt utvikling av elektrisitetsproduksjon og – distribusjon fordi det har vært et viktig politisk mål at alle innbyggere skal få tilgang på strøm. Et så omfattende prosjekt som utbygging av stor produksjon og et omfattende infrastrukturnett for distribusjon var det dessuten sannsynligvis bare staten som kunne klare på den tiden. Men for å bygge ut og drifte dette store teknologiske systemet var det behov for mange ulike institusjoner i form av blant annet elektrisitetsverk, elnett, drifts - og vedlikeholdsinstitusjoner og skoler for å utdanne elektrikere og elektroingeniører. I tillegg til offentlige institusjoner vokste det opp private institusjoner i form av industriforetak som produserte for eksempel elektriske generatorer, lamper og andre elektriske apparater. Utdanningsinstitusjonene begynte å tilby opplæring i den nye teknologien og forskningsinstitusjonene forsøkte å løse viktige relaterte problemer. Denne kunnskapsøkningen skapte en *gjensidig avhengighet* mellom institusjonene, bedriftene og andre aktører i det teknologiske systemet, som igjen bidro til å forsterke det tekno-institusjonelle komplekset. Slik avhengighet kan bli ytterligere forsterket dersom det bygges opp formelle institusjoner i form av lovverk for å regulere elektrisitetsvirksomheten. Unruh (2000) trekker fram to grunner til at det kan være en fordel for etableringen av et teknologisk system at myndighetene involverer seg. Det ene er at myndighetenes reguleringer kan legge bånd på markedskreftene og fjerne markedets usikkerhet om hvilken retning den teknologiske utviklingen skal ta ved å favorisere en bestemt design eller system, og på den måten bidra til å forsterke en teknologisk bane. Den andre grunnen er at når nye offentlige institusjoner er etablert har de en tendens til å bevares i sin opprinnelige form i en lengre periode, og kun gjennomgå inkrementelle endringer. Dette kan bidra til å opprettholde et teknologisk system over lang tid.

Williamson (ref. Unruh 2000) mener at formelle institusjoner som myndighetenes lovverk kan endre seg over en tidsperiode på noen tiår, mens uformelle institusjoner som kultur, vaner og normer kan bruke et helt århundre på å endre seg. Unruh (2000) mener at de gradvise, historiske tilpasningene mellom det fysiske el-systemet og de tilhørende institusjonene har skapt et sterkt tekno-institusjonelt kompleks for elektrisitet som har bidratt til at samfunnsinstitusjonene har blitt ”lukket inne” i det spesifikke teknologiske systemet og derfor er lite åpne for andre konkurrerende teknologiske systemer.

3.4.3 Lock-in og miljøproblemer

De siste ti årene har lock-in-konseptet blitt brukt mye av forskere som studerer sammenhengen mellom teknologisk og miljømessig endring³³, spesielt for å forklare hvorfor det er så vanskelig å redusere den globale forurensningen fra fossile brensler (Perkins 2003). Unruh (2000) mener at de industrielle økonomiene har blitt lukket inne i et fossilt energisystem gjennom en prosess med teknologisk og institusjonell samutvikling drevet av stivhengighet og økende økonomisk utbytte. Dette kaller han carbon lock-in. Han presiserer at dette ikke er en permanent situasjon, men tilstand som kan skape såkalte ”markedsfeil” og ”politikkfeil” som kan hindre spredning av ”CO₂-reduserende” teknologier på tross av at de har mange miljømessige fordeler. Carbon lock-in gir et konsept for å forstå makronivå-barrierer for spredning av slik teknologi, men stiller også spørsmålsteget ved standard økonomisk modellering som abstraherer bort teknologisk og institusjonell evolusjon i sine utregninger. Unruh (2002) påpeker det paradoksale i at FN’s klimaforskere begynner å bli ganske sikre på at mennesket påvirker klimaet, uten at det fører til vesentlige politiske tiltak fra de ulike lands myndigheter. Han forklarer denne manglende evnen til handling med carbon lock-in.

I denne oppgaven ligger carbon lock-in som et slags bakteppe fordi alle de nye fornybare energikildene til sammen representerer et miljøvennlig alternativ til det globale, fossilbaserte energisystemet. Men lokalt i Norge er det ikke fossil *fyringsolje* som bidrar til lock-in av energisystemet som stenger bioenergi ute, men heller den storstilte utbyggingen av infrastruktur for elektrisk oppvarming. Som analysen viser kan faktisk oljefyringen i Norge sies å representere et slags *mulighetsvindu* for bioenergi, fordi den benytter seg av vannbårne varmesystemer som bioenergi trenger for å kunne tas i bruk i stor skala.

3.4.4 Kritikk av lock-in

Hovedkritikken av lock-in-konseptet har kommet fra økonomene Liebowitz og Margolis (ref. Perkins 2003) som mener at det ikke egentlig finnes belegg for at *økende avkastning* kan gjøre en ”underlegen” teknologi til markedsledende. De utfordrer også ideen om at *nettverkseksternaliteter* kan *tvinge* forbrukerne til å velge utilstrekkelige teknologiske løsninger. De argumenterer for at de økonomiske fordelene med nettverkseffekter er overdrevet, og at det er viktigere hvilke forventninger brukerne har til hvor stort brukernettsverk det nye produktet *vil få framover* enn hvor mange som bruker det *i dag*.

³³ Se for eksempel Kemp 1994 og 1997, Rip & Kemp 1998, Unruh 2000 og 2002

Perkins (2003) mener at det er viktig å poengtere at disse innvendingene ikke trekker i tvil at teknologiske valg kan ha langvarige konsekvenser, og at det kan bli vanskelig og dyrt å ”komme unna”, fordi teknologivalget kan lukke individer, organisasjoner og hele økonomier inne i spesifikke teknologiske løsninger.

3.5 Strategier og roller i utviklingen av nye teknologiske systemer

Det kan altså være en komplisert affære å innføre et nytt teknologisk system. Jeg vil her se på noen ulike aktører og hvilke strategier og roller de kan ha for å fremme etableringsprosessen i det teknologiske systemet, og hvilke politiske strategier myndighetene kan benyttes seg av.

3.5.1 Ulike roller for aktørene i et teknologisk system

I innføringsfasen for et nytt teknologisk system jobber de ulike aktørene i systemet for å få kostnadene ned, og brukervennligheten opp, på et nivå som gjør at den nye teknologien kan tas i bruk av mange (Freeman 1992). David (ref. Jacobsson & Johnsson 2000) mener at for å bryte med den teknologiske banen fra det etablerte teknologiske systemet er det avgjørende å utvikle et mangfold av alternative teknologiske løsninger og produkter. Det er derfor behov for mye forskning og utvikling på den nye teknologien for å komme fram til de beste løsningene hva gjelder kvalitet og brukervennlighet. Jacobsson og Johnsson (2000) har studert overgangen til mer miljøvennlige energisystemer i lys av innovasjonssystemer, og de mener at prosessen med innføring av et nytt system er avhengig av hvordan kompetansen til aktørene, nettverkene og institusjonene i det teknologiske systemet forandrer seg. Deres evne til forandring former vekstveien for et nytt teknologisk system og systemets evne til å konkurrere med andre teknologiske systemer.

- Oppfinner-entreprenører

Hughes (1983) mener at et nytt teknologisk system trenger såkalte oppfinner-entreprenører, og trekker fram Thomas Alva Edison som et kroneksempel på en slik aktør. Han var en viktig og allsidig aktør for elektrisiteten fordi han relaterte alt arbeidet sitt til en sentral visjon om å utvikle systemet som helhet. I tillegg til å utvikle teknologiske gjenstander som lyspærer, lamper, dynamoer, generatorer og andre tekniske komponenter og overføringsystemer opprettet Edison en rekke selskaper. Ett selskap for forskning og utvikling, flere som produserte deler til systemet og flere lokale selskaper for å styre og kontrollere elsystemets operasjoner på geografisk avgrensede områder som byer eller bydeler. Han sørget for å bygge

opp et nettverk av dyktige folk som kompletterte sine egne kunnskaper og egenskaper, for eksempel jurister og økonomer, men fortsatte selv å være den sentrale aktøren som trakk i de fleste trådene i det komplekse systemet. Senere i elektrisitetens historie var det andre typer entreprenører, såkalte *styrings-entreprenører*³⁴ og *finans-entreprenører*, som tok over hovedrollene fordi de største barrierene for systemvekst etter hvert ble av styringsmessig - og økonomisk art. Hughes mener at Edisons geni lå i at han klarte å styre en hel prosess fra å identifisere et problem, utvikle en løsningsidé og bygge opp forskning og utvikling, og til produksjon og introduksjon i markedet.

- *Primus motor-aktører*

Jacobsson og Johnsson (2000) mener at såkalte *primus motor-aktører*³⁵ er blant de viktigste markedsaktørene i nye teknologiske systemer. De definerer primus motor som en aktør som er teknisk, finansielt og/eller politisk sterke nok til at de kan initiere eller bidra sterkt til utvikling og spredning av ny teknologi. De har følgende viktige oppgaver i å promotere ny teknologi; vekke oppmerksomhet, foreta investeringer, gi legitimitet og spre den nye teknologien. Kemp (1994) mener at teknologiutviklerbedriftene kan påskynde innføringen av ny teknologi ved å bidra til å lære opp forbrukere til å bruke produktene, og jobbe for at myndighetene skal endre lovverket og tilrettelegge for den nye teknologien. Dette krever blant annet at firmaene er aktive i samfunnsdebatten.

- *Nettverk*

Nettverk av bedrifter og institusjoner spiller en viktig rolle som arena for overføring av både eksplisitt og taus kunnskap. Den finnes mange typer nettverk, men det er viktig at teknologiske systemer har nettverk som er gode på å identifisere nye problemer og utvikle nye tekniske løsninger, og nettverk som har god informasjonsspredning. Nettverket påvirker synet på hva som er mulig og ønskelig innenfor det teknologiske systemet og er med å skape framtidsbilder som bestemmer hvorvidt og hvor det er lurt å investere. På denne måten kan også nettverket til en viss grad styre individuelle firmaer og av og til hindre eller begrense deres valg av teknologi.

³⁴ Min oversettelse av "manager-entrepreneur"

³⁵ Min oversettelse av "prime mover"

3.5.2 *Institusjoner og myndighetsstrategier*

Private og offentlige beslutningstakere erkjenner til en viss grad problemet med fossil energi, og jobber for å finne politiske strategier som kan redusere bruken. Kemp (1997) mener at denne politiske debatten mangler et rammeverk for å forstå endringer i komplekse teknologiske systemer, spesielt er det behov for en bedre forståelse av dynamikken mellom selve teknologien og det sosio-økonomiske systemet med mange ulike institusjoner. Jacobsson og Johnsson (2000) mener at institusjonenes roller varierer, - noen bidrar til tettere koblinger mellom aktørene i det teknologiske systemet, mens andre påvirker rammebetingelsene. Institusjonene har stor påvirkning på hvilke veier teknologiutviklingen tar. Institusjoner som bransjeforeninger, utdannings- og forskningsinstitusjoner, offentlige fora for industri og teknologi har en viktig rolle i å følge med på og assistere teknologien, danne møteplasser for aktørene og fungere som sentre for informasjonsutveksling. Institusjonene påvirker i stor grad hvilken *bane* teknologien skal ta. Jacobsson og Johnsson (2000) trekker også inn *maktaspektet* i konkurransen mellom teknologiske systemer, og de mener at de dominerende sektorene og teknologiene har en *markedskontroll* som gjør at forbrukerne ikke har et "fritt valg" når de skal velge hvilke teknologiske løsninger som møter deres ønsker og behov.

Kemp (1997) forsøker å gi et rammeverk for sammenhengen mellom teknologi og sosio-økonomiske forhold, og bruker det til å forstå overgangen fra karbonbasert energi til miljøvennlige energisystemer. Han er uenig med de tradisjonelle økonomene som mener at klimagassutslippene vil reduseres dersom det innføres en CO₂-avgift og markedskreftene ellers får operere fritt. Kemp mener at en avgift ikke vil føre til radikal endring i teknologien, den vil bare stimulere til inkrementelle endringer. I tillegg til avgifter er det nødvendig med en veldefinert og langsiktig energiteknologipolitikk som er egnet til å utvikle og spre spesifikk energiteknologi, for eksempel solenergi eller bioenergi.

Jacobsson og Johnsson (2000) mener at en viktig oppgave for myndigheter som ønsker innføringen av et nytt teknologisk system er å bidra til å hjelpe aktørene til å finne hverandre og stimulere dannelsen av nye nettverk. Kemp (1997) er enig i dette og peker på behovet for å bygge opp *nettverk* av teknologileverandører, forskningsorganisasjoner og brukere, som sammen kan løse problemer, tilpasse seg hverandres organisasjonsstrategier og koordinere energi- og miljøpolitikk med politikk på andre nærliggende felter.

En annen myndighetsstrategi er å sette i gang eller støtte programmer som *eksperimenterer* med ny teknologi, for å lære mer om kostnader, teknisk brukervennlighet og sosial aksept for teknologien (Schot 1994). For å stimulere til økt eksperimentering og

oppbygging av nisjemarkeder kan myndighetene foreta offentlig innkjøp, reguleringer, endre skattepolitikken, innføre subsidier og lignende.

3.6 Oppsummering og analyseramme

Jeg mener det er fruktbart å studere teknologisk endring i lys av evolusjonær økonomisk teori. Mange mener at tradisjonell, nyklassisk økonomi har vist seg å ikke være dekkende for å forstå de komplekse forholdene i innføring av nye teknologiske systemer. Statiske likevektsmodeller kan ikke forklare hvorfor nye fornybare energikilder ikke har kommet kraftigere inn på markedet. Mange nye fornybare energikilder er i ferd med å bli økonomisk lønnsomme, men det er andre forhold som gjør at de likevel ikke har fått en stor utbredelse.

Dette kapitlet har sett på hvilke karakteristikk som kan kjennetegne innføring av nye teknologiske systemer. Både produkter og teknologiske systemer kan sies å gå gjennom flere utviklingsfaser med ulike karakteristikk og behov, og varierende aktører som dominerer. Innføring av nye teknologiske systemer er ofte en langsiktig, treg og kompleks prosess. Det er kanskje naturlig å tro at velfungerende teknologier som møter samfunnets behov på en ”bedre” måte enn de etablerte, for eksempel ved å redusere forurensning, burde klare å komme inn på markedet i tillegg til, eller ved å utkonkurrere, de eksisterende teknologiene. Men vi har sett at det er viktig å ta i betraktning at det finnes en sosio-institusjonell sfære av lovverk, myndighetsorganer, FoU, normer og vaner der endringer skjer langt tregere enn i den tekno-økonomiske sfæren der de teknologiske nyvinninger finner sted (Perez 1983). Dette er en viktig årsak til at ”gode” nyskapninger ofte ikke spres og brukes i stor skala før det har gått relativt lang tid. De store teknologiske systemene kan danne tekno-institusjonelle komplekser som bidrar til å skape en lock-in-situasjon som lukker samfunnet inne i etablerte teknologiske systemer og hindre en overgang til nye teknologiske systemer. De viktigste aktørene i det etablerte systemet vil ønske å opprettholde sin maktposisjon. Ettersom de mektigste innenfor ett felt har makt over deler av produksjon og forbruk vil de ofte klare å holde nede alternativer som oppstår.

Teorikapitlet kan oppsummeres i følgende punkter:

- Innføring av nye teknologiske systemer er en treg prosess blant annet fordi teknologien er bredt forankret i formelle og uformelle institusjoner i samfunnet som endrer seg tregere enn tekno-økonomiske forhold.
- I den tidlige utviklingsfasen til et produkt er det avgjørende med høyt nivå av vitenskapelig- og ingeniørbasert kunnskap. Teknologien endrer seg raskt og det er lav

kapitalintensitet. I vekstfasen til et produkt er det avgjørende med god tilgang på kapital og god ledelse og administrasjon. Masseproduksjonsmetoder tas i bruk, teknologien endrer seg noe, men endringene skjer ikke like raskt som i startfasen. Kapitalintensiteten er høy.

- I *oppfinnelses- og utviklingsfasen* til et teknologisk system er det behov for *oppfinner-entreprenører*. I *teknologioverføringsfasen* er det behov for oppfinnere, entreprenører, firmaorganisatorer og investorer som kan tilpasse systemet til den nye konteksten. I *systemvekstfasen* er det behov for ingeniører og andre aktører som kan bidra til å løse opp flaskehalsen som vil øke etterspørselen. Det er behov for *primus motorer* på alle stadier, men spesielt i systemvekstfasen fordi de ofte kan bidra til storskalaproduksjon som kan gi lavere priser og økt etterspørsel.
- Store teknologiske systemer, som for eksempel et energisystem, kan danne et *teknoinstitusjonelt kompleks* som kan skape en lock-in-situasjon som lukker samfunnet inne i den etablerte teknologien og stenger alternative teknologier ute. Teknologisk og institusjonelt lock-in kan oppstå blant annet som konsekvens av *teknologiske baner* og *økende avkastning* for de etablerte teknologiene og institusjonene.
- Aktørene i et nytt teknologisk system; i form av markedsaktører, nettverk, institusjoner og politiske myndigheter, kan legge ulike strategier og spille ulike roller for å overkomme barrierer og en eventuell lock-in-situasjon som er blitt skapt av et veletablert teknologisk system

4. Introduksjon til bioenergi

I dette kapitlet redegjør jeg for hva bioenergi er, skisserer kort den historiske bruken, hvilke bruksområder den har og viktigste miljøaspektene knyttet til produksjon og bruk av bioenergi. Til slutt vil jeg beskrive status for produksjon og bruk av bioenergi i Norden, og ressursmessig potensial for bioenergi i Norge.

4.1 Hva er bioenergi?

Bioenergi er energi som frigjøres når organisk materiale i form av faste brensler, gass eller væske forbrennes, enten til varmeproduksjon, elektrisitetsproduksjon eller som drivstoff i transportmidler. Kilden til bioenergi er først og fremst plantemateriale fra skog og landbruk, og organisk avfall som matavfall og kloakk (Hohle 2001).

Videreforedling av biobrensel til biopellets gir høyere energiinnhold per volumenhet enn vedkubber, noe som igjen gjør biobrenslene mer egnet for lagring, transport og bruk i automatiserte fyringsanlegg eller pelletskaminer.³⁶ Pellets er tørket flis som presses sammen til små sylindriske enheter med en diameter på mindre enn 25 millimeter, se bilde 1. På grunn av størrelsen har pellets omtrent samme håndteringsegenskaper som parafin eller fyringsolje og kan fraktes i tankbil og håndteres i lukkede systemer.³⁷ Pellets er ensartet brensel, noe som gjør det enklere å regulere forbrenningen enn ved bruk av ved. Prisen på pellets varierer ut fra kjøpskvantum, men per april 2005 lå pelletsprisen i øre per KWh en del under fyringsolje og litt under prisen på elektrisk oppvarming inklusive nettleie og avgifter.³⁸



BILDE 1: PELLETS. Kilde: NoBio³⁹

³⁶ OED 2004. Faktahefte om energi- og vassdragsvirksomheten. Odin nettside: http://odin.dep.no/oed/norsk/dok/andre_dok/brosjyrer/026021-120008/dok-bn.html (19.04.05)

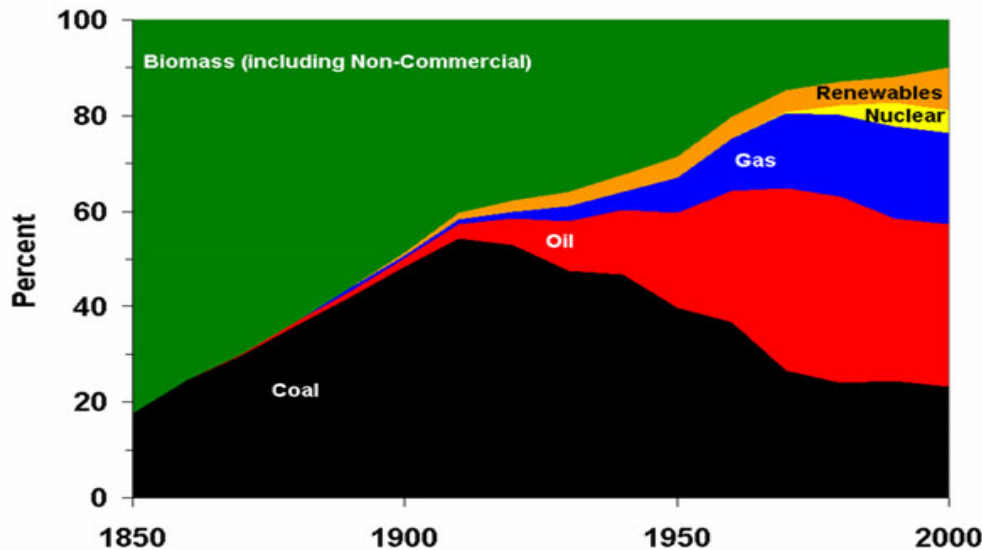
³⁷ Enovas nettside: <http://www.enova.no/?itemid=100> (09.02.05)

³⁸ Grønn varme fra Hedmarksskogen sin nettside: <http://www.gronnvarme.no/priser.php> (16.05.05)

³⁹ Nobios nettside: <http://www.nobio.no/fileupl/Pris-og%20salgsstatistikk%20for%20bioenergi%20i%20Norge%202003-2004.PUB.pdf> (18.03.05)

Historisk bruk av bioenergi

Bioenergi i form av forbrenning av planter spilte en sentral rolle i jordbrukssamfunnet. Før den industrielle revolusjon var nesten all energibruk basert på biomasse og solenergi (Sørensen & Wilhelmsen 2001), men som figur 3 viser ble bioenergiens andel av verdens totale energiforbruk gradvis redusert etter hvert som kull, olje og gass ble de dominerende energikildene.



FIGUR 3: GLOBAL ENERGIFORSYNING FRA DEN INDUSTRIELLE REVOLUSJON TIL 2000. Kilde: Cicerone nr. 6, 2003⁴⁰

I dag har fremdeles nær to tredjedeler av verdens befolkning biobrensel som den eneste eller den mest brukte energikilden. Biobrensel utgjør omtrent 15 % av verdens totale energiforbruk, mens 5 % kommer fra andre fornybare og 80 % fra fossile brensel (Hohle 2001). Begrepet *bioenergi* var relativt ukjent i Norge fram til slutten av 1970-tallet og var tidligere synonymt med vedfyring. Ved inngangen til 1900-tallet utgjorde bioenergi i form av ved om lag halvparten av det totale energiforbruket i Norge (Soma & Lunnan 2001). Under den andre verdenskrig nådde vedforbruket en topp på grunn av mangel på import av kull, koks og olje. Trevirke ble i tillegg enkelte steder presset til briketter til fyring⁴¹ og det ble produsert såkalt *knott* til drivstoff i biler (NoBio 2001). I 1980 hadde bioenergiens andel av det totale energiforbruket sunket til 4 % (Soma & Lunnan 2001).

⁴⁰ Figur hentet fra Cicerone nr. 6, 2003. Deres kilde: IIASA. Cicero - Senter for klimaforskning sin nettside: <http://www.cicero.uio.no/fulltext.asp?id=2490> (16.04.05)

⁴¹ Samtale, Bjørg Margrete Kosberg, 25.12.04

Bioenergiens ulike bruksområder

Faste biobrensler i form av ved, pellets eller briketter kan brukes på tre hovedmåter: i) til *direkte oppvarming* med punktvarmekilde som ovn, peis eller kamin med luftbåren varme; ii) til oppvarming av *vann* som transporteres rundt i bygninger; eller iii) til produksjon av *strøm*. Dette gjør biobrensel til en fleksibel energikilde.

Direkte oppvarming med biobrensler i ovn og peis står for nesten all bioenergi i husholdningene i Norge (Enova 2003). Norge har lang tradisjon for vedfyring og mange har hatt tilgang på ved fra egen skog. Vedovn er den mest utbredte punktvarmekilden og om lag 70 % av husholdningene kan fyre med ved (OED 2004). En fjerdedel av alle husstander har vedfyring som viktigste oppvarmingskilde, og andelen har økt de siste årene.⁴² Flis, pellets og briketter brukes mest til sentralfyrt, vannbåren oppvarming.

Vannbåren oppvarming er avhengig av infrastruktur i form av rør som kan lede vannet rundt i de rom som skal varmes opp. Oppvarmingskilden kan ligge i selve bygget som en lokal biofyringskjel; felles for et boligområde som en liten lokal *nærvarmesentral*; eller felles for et større tettsted eller by i form av en *fjernvarmesentral*.⁴³ I 2003 kom rundt en tiendedel av fjernvarmen fra flisfyringsanlegg.⁴⁴ Fra begynnelsen av 1980-tallet har det vært en jevn vekst i fjernvarmeutbyggingen, og i løpet av det siste tiåret er produksjonen mer enn doblet, og var på over 2 TWh i 2003.⁴⁵ Mens flisfyring i fjernvarmeanlegg økte med 12 %, økte oljefyringen med hele 57 % i samme periode. Elektrisk oppvarming av vann til fjernvarme ble tilsvarende redusert med 55 %.⁴⁶ Denne endringen henger sammen med prisøkning på elektrisitet og relativt lave oljepriser i perioden. *Nærvarmesentraler* er som oftest fyrt på biomasse, for en stor del rivningsvirke.⁴⁷ En av grunnene til dette er at den renseteknologien som kreves for å forbrenne blandet restavfall er komplisert og dyr sammenlignet med en biokjel som brenner flis, briketter eller pellets. Enova tror at den største økningen i bruk av biobrensel vil komme i de mindre varmesentralene og i husholdningene. Det teoretiske potensialet for biomasse er større enn for avfall. Når vi regner med økonomiske forhold blir det teoretiske potensialet for biomasse redusert, men potensialet for totalbruk er likevel mye

⁴² Enovas nettside: <http://www.enova.no/?itemid=112> (09.02.05)

⁴³ Statistisk Sentralbyrå definerer et fjernvarmeanlegg som "et varmeanlegg som via et rørsystem leverer varme fra en varmesentral med dimensjonerende effekt på minst 1 MW til bygg/boliger som ligger geografisk adskilt fra varmesentralen". Kilde: SSBs nettside: <http://www.ssb.no/emner/10/08/10/fjernvarme/> (10.01.05)

⁴⁴ SSBs nettside: <http://www.ssb.no/emner/10/08/10/fjernvarme/> (10.01.05)

⁴⁵ Fjernvarmeforeningens nettside: <http://www.fjernvarmeforeningen.org/www/omoss.html> (08.03.05)

⁴⁶ SSBs nettside: <http://www.ssb.no/emner/10/08/10/fjernvarme/> (10.01.05)

⁴⁷ Intervju, Geir Skjevraak, salgssjef for bioenergi, Statoil Norge AS, 25.08.04

større enn for avfall.⁴⁸ Dette kommer av at tilgjengelig avfall begrenses av veksten i avfallsproduksjonen, mens skogressursene i liten grad er benyttet til energi foreløpig.

4.2 Miljøaspekter ved bioenergi

Lokal luftforurensning

De viktigste miljøproblemene knyttet til bioenergi er utslipp ved forbrenning som gir lokal luftforurensning. Vedfyring er en viktig kilde til helseskadelige partikkelutslipp i store byer i Norge på grunn av gamle ovner og høy befolkningstetthet. I mer spredtbygde strøk, og der det er bygd varmesentraler for vannbåren fjernvarme, er det minimale problemer med lokal forurensning fra biobrensel. Utslippene vil variere med biobrenselstype, kvaliteten på biobrenselet, ovnstype og hvor god forbrenningen er.⁴⁹ 65 % av partikkelutslippene i Norge kommer fra vedfyring. Til sammenligning kommer 7 % fra veitrafikken. Når det gjelder polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og dioksiner bidrar vedfyring med en tredjedel av utslippene. For hver kilo biobrensel som forbrennes, slippes det ut omlag ett gram svoveldioksid (SO₂) og 0,7 gram nitrogenoksider (NO_x), noe som er lavere utslipp enn for olje og kull.⁵⁰ I tillegg slippes det ut noe karbonmonoksid (CO) og benzen. Utslippene skyldes hovedsakelig vedfyring og kan gi helseproblemer, særlig i tettbygde strøk med mye fyring. Såkalte *rentbrennende* vedovner og pelletskaminer har langt lavere utslipp enn tradisjonelle vedovner og peiser. I store anlegg kan det monteres støvfiltre som renser opptil 99 % av støvet. Det forskes mye internasjonalt på å utvikle gode filtre og på å forbedre forbrenningsprosessen for å redusere luftforurensning fra bioenergi.⁵¹

Global luftforurensning

Når det gjelder utslipp av klimagassen CO₂, er det vanlig å snakke om bioenergi som en CO₂-nøytral energikilde⁵². Forsker ved Stiftelsen Østfoldforskning, Ingunn Saur Modahl, mener imidlertid at det er viktig å gjøre en livsløpsanalyse av hele verdikjeden fra råstoff til bruk og påpeker at dersom det brukes fossile brensler under tilvirkning eller transport av biobrensel kan ikke brenselet kalles CO₂-nøytralt.⁵³ Dette gjelder spesielt ved produksjon av biodiesel til transportmiddel drivstoff som er en energikrevende prosess som i mange tilfeller benytter seg

⁴⁸ Intervju, Håvard Risnes, rådgiver for bioenergi i Enova SF, 02.03.04

⁴⁹ Enovas nettside: <http://www.enova.no/?itemid=112> (09.02.05)

⁵⁰ Enovas nettside: <http://www.enova.no/?itemid=112> (09.02.05)

⁵¹ Foredrag, Lars Sørum, forsker SINTEF Energiforskning, 18.06.04

⁵² CO₂-utslippet ved forbrenning av biologisk materiale tilsvarer CO₂-opptaket i leveperioden (NVE 2003)

⁵³ Gruppediskusjon, Ingunn Saur Modahl, forsker ved Stiftelsen Østfoldforskning, 21.06.04

av fossile brensler. Berg (2000) mener at bioenergiproduksjon bør foregå i mindre skala og ligge i nærheten av råstoffkilden for å redusere energi- og transportbehovet.

Biologisk mangfold i skogen

Et intensivt uttak av skogsavfall til biobrensel kan påvirke skogøkologien negativt og true det biologiske mangfoldet.⁵⁴ I Norge brukes det nesten ikke råstoff til bioenergiproduksjon direkte fra skogen (bortsett fra ved), kun indirekte, gjennom bruk av avfallsprodukter fra trebearbeidende industri.⁵⁵ I Sverige har skogsavfall i form av greiner og topper etter tømmerhogst blitt brukt til bioenergi i flere år. Det svenske skogbruket har blitt kritisert av miljøbevegelsen for å ta ut *for mye* av avfallet, og dermed fjerne næringsstoffer som er viktige for det biologiske mangfoldet i skogen (Löfstedt 1998). Dette har ført til at uttaket må skje etter visse retningslinjer for at biobrensllet skal kunne kalles miljøvennlig (Skogstyrelsen 2001). I Norge har dette ikke vært en aktuell problematikk hittil, men noen av skogeierforeningene forbereder seg på at uttak av biomasse fra skogsavfall skal bli mer aktuelt og er derfor i gang med å undersøke hvorvidt Sveriges erfaringer og regler for uttak kan overføres til norske forhold.⁵⁶

4.3 Status for bioenergi og ressursmessig potensial

I Norge produseres det om lag 15 TWh varme fra biobrensler hvert år (Nordeng et al. 2001), noe som tilsvarer 6 % av den totale energiproduksjonen.⁵⁷ Av dette går mesteparten til prosessvarme for tørking og drift av maskiner i trebearbeidende industri, mens 6 TWh går til oppvarming av bygninger. Dette tilsvarer 13 % av bygningsoppvarmingen og foregår hovedsakelig med tradisjonell vedfyring (Enova 2003). Treforedlingsindustrien dekker rundt en tredjedel av energiforbruket sitt ved hjelp av eget biomasseavfall (Norges Forskningsråd 2001).

De siste 15-20 årene har Norden samlet hatt stor vekst i bruk av bioenergi. I 1998 ble bioenergi for første gang på årtier den største fornybare energikilden i Norden, med 213 TWh i årlig produksjon og en vekst på 6-7 TWh i året. Til sammenligning er vannkraftproduksjonen i Norden cirka 200 TWh i et normalår, og av dette produserer Norge

⁵⁴ Artikkelen "Hur påverkans miljön av biobränsle?" Nettsiden til Svenska Naturskyddsforeningen: <http://www.snf.se/verksamhet/energi/miljopaverkan.htm> (22.11.03)

⁵⁵ Intervju, Bjørn Håvard Evjen, rådgiver, avdeling for marked og verdiskaping, Norges Skogeierforbund, 03.02.04

⁵⁶ Samtale, Ellef Grimsrud, 21.06.04

⁵⁷ Faktaark, NoBios nettside: <http://www.nobio.no/ftp2004/1.pdf> (17.05.05)

over halvparten.⁵⁸ Norden er langt fremme i europeisk bioenergisammenheng og står for rundt 40 % av EUs samlede bioenergiproduksjon (Hohle 2001). Sverige og Finland er blant de land i Europa med høyest bioenergiandel, med mellom 10 og 20 % av total energibruk, mot 6 % i Norge. Den største andelen av bioenergi som brukes i Norge er *ved* og sammenlignet med Sverige og Finland har Norge den største andelen vedfyring.⁵⁹ Pelletsforbruket i Sverige og Danmark har hatt en sterk vekst de siste årene, først og fremst fordi pellets er godt egnet til å erstatte kull i kullfyrte kraft-varmeverk, men også pelletsmarkedet for enkelthusholdninger er voksende.⁶⁰ Sverige har lang tradisjon for vannbåren varme og fjernvarme, og fra 1965 til 1994 ble landets fjernvarmeleveranser åttedoblet.⁶¹

Skogstilveksten i Norge tilsvarer 250 TWh per år og potensialet for bruk av biomasse til energiformål anslås til 30,5 TWh (NOU 1998). Norsk Bioenergiforening mener at det er et teknisk og økonomisk potensial for biobrensler til 40 TWh, men foreningen mener at dette ikke er realistisk med dagens virkemidler.⁶² Det er beregnet at for hver produserte TWh bioenergi per år kan det skapes omlag 300-500 varige arbeidsplasser i Norge (Norges Forskningsråd 2001). Ulike aktører opererer med ulike tall, men det er relativt bred enighet om at bioenergi kan gi mange arbeidsplasser i distriktene⁶³ (Norges Skogeierforbund 2004).

⁵⁸ Enovas nettside: <http://www.enova.no/?itemid=100> (09.02.04)

⁵⁹ Intervju, Arne Danielsen, prosjektleder for Bioregion Hadeland, 12.05.04

⁶⁰ ØF-rapport nr.18/2003: ØFs nettside: <http://www.ostforsk.no/rapport/pdf/182003.pdf> (06.03.05)

⁶¹ OED-Rapport fra det interdepartementale arbeidsutvalg for bioenergi. Odin nettside: <http://odin.dep.no/oed/publ/rapporter/026005-990007/dok-bu.html> (15.06.04)

⁶² <http://www.nobio.no> (27.05.04)

⁶³ Foredrag, Gunn Ovesen, administrerende direktør i SND 03.11.03

5. To pådrivere for bioenergi

5.1 Energigården

Bakgrunn for bioenergisatsning

I 1991 etablerte Erik Eid Hohle et informasjonssenter og demonstrasjonsanlegg for bioenergi lokalisert på Eidsalm gård på Brandbu på Hadeland. Hohle var utdannet forstkandidat ved Norges Landbrukshøgskole på Ås og hadde jobbet med bioenergi på Forsvarets Forskningsinstitutt, hos Oppland Skogselskap og ved Landbruksavdelingen til Fylkesmannen i Oppland. Etter å ha jobbet med bioenergi i teorien i mange år ønsket Hohle å sette kunnskapen ut i praksis ved blant annet å bruke og teste teknologi og å bidra til å øke kunnskapen om bioenergi i samfunnet.⁶⁴ Energigården og Eidsalm gård samarbeider på den måten at Eidsalm er den såkalte "hardware-delen" som driver den praktiske gårdsdriften i form av jordbruk og skogbruk, mens Energigården er "software-delen" som hovedsakelig driver informasjonsarbeidet.⁶⁵ Gården produserer, høster og foredler biobrensel i form av skogsflis, ved og halm fra egen eiendom til eget forbruk og noe til videre salg. Bygninger og tappevann på gården varmes opp av solenergi og et biobrenselbasert fyringsanlegg, og biler og traktorer går på egenprodusert biodrivstoff i form av etanol og planteolje. Energigården har i dag fem ansatte og 80 % av den årlige omsetningen til Energigården kommer fra kurs, konsulentoppdrag og lignende. Resten av inntektene kommer fra samarbeidspartnerne Enova og Innovasjon Norge og går til å utføre "non-profitdelen" av informasjonsarbeidet som retter seg mot skoler, studenter og ideelle organisasjoner.⁶⁶

Mangel på kunnskap som overordnet barriere

Hohle mener at en av de viktigste overordnede barrierene for økt bruk av bioenergi i Norge er en generell mangel på kunnskap om bioenergi i alle deler av samfunnet, i energisektoren, i offentlige institusjoner, blant politikere, byråkrater og forbrukere. I tillegg er det mangel på kunnskap innad i bioenergibransjen, i alle ledd av verdikjeden fra råstoffleverandører til produsenter og konsulenter. Dette er bakgrunnen for at hovedaktiviteten til Energigården er informasjonsarbeid i form av kurs, seminarer, guidede turer og demonstrasjoner av maskiner

⁶⁴ Intervju, Erik Eid Hohle, daglig leder av Energigården, 01.04.05

⁶⁵ Fordi de to enhetene virker sammen vil jeg for enkelthets skyld omtale aktivitetene knyttet til bioenergi som Energigårdens

⁶⁶ Intervju, Erik Eid Hohle, 01.04.05

som flishuggere, kuttere og eget fyringsanlegg.⁶⁷ Gården tar i mot grupper fra lokale og sentrale offentlige myndighetsinstitusjoner, skoler, næringsliv, foreninger og privatpersoner. Det er stor spennvidde i informasjonsmateriellet som tilbys fordi det er tilpasset ulike besøksgrupper. Siden oppstarten i 1991 har gården årlig hatt rundt 1500 besøkende til ulike arrangementer. Energigården ønsker å utvide tilbudet ved å bygge et utstillingssenter for bioenergi og annen fornybar energi kalt ”det globale drivhus”. Tanken er at de besøkende etter å ha fått en orientering om den historiske utviklingen av bioenergi og praktisk demonstrasjon av maskiner og anlegg avslutter omvisningen i et drivhus med eksotiske frukter og planter der de får en innføring i hvordan fossile brensler kan skape økt drivhuseffekt og ustabil klima.⁶⁸

For å supplere ulike aktører innad i bioenergibransjen med kunnskap tilbyr Energigården konsulentvirksomhet og gjennomfører prosjektering, priskalkyler og utredningstjenester for biobrenselanlegg for ulike kunder, særlig rettet mot småskalaanlegg for gårder, skogeiere og lignende. Det er blant annet utviklet et regnearkbasert verktøy som brukes for å vurdere hvor mye energi det er behov for til ulike formål og i forhold til antall kvadratmeter som skal varmes opp. Hohle var også initiativtaker til og redaktør av en omfangsrik bok kalt ”Bioenergi. Miljø, teknikk og marked” som kom i 2001 og er skrevet av en samling av landets ekspertise innen alle de ulike fagfeltene som berører bioenergi, fra teknologi og biologi til økonomi- og samfunnsspørsmål (Hohle 2001).

Teknologiutviklingsarbeid

Ved siden av mangel på kunnskap er *umoden teknologi* en barriere for økt bruk av bioenergi.⁶⁹ Derfor driver Energigården et kontinuerlig teknologiutviklingsarbeid ved blant annet å teste anlegg og utstyr for å dyrke energivekster, høste råstoff fra jordbruk og skogbruk, tørke, lagre, transportere, produsere og forbrenne biobrensel. Dette gjøres i tett samarbeid med forskere og kommersielle aktører, noe som gir en gjensidig påvirkning mellom bruker og produsent.⁷⁰ Denne typen relasjoner kan gi produsentene viktige tilbakemeldinger på brukervennlighet slik at de kan foreta nødvendige tilpasninger av teknologien og videreutvikle produktene ved hjelp av inkrementelle innovasjoner. I 1994 gikk

⁶⁷ Intervju, Erik Eid Hohle, 01.04.05

⁶⁸ Intervju, Bente Klæstad, informasjonsleder på Energigården, 12.05.04

⁶⁹ Dette mener mange av informantene

⁷⁰ Min oversettelse av ”user-producer interaction”

Energigården sammen med Hadeland Kornsilos og Mølle og Hadeland forsøksring⁷¹ og opprettet selskapet Habiol som kjøpte et anlegg for å presse rapsfrø til biodiesel. Bakgrunnen var et ønske om å teste ut denne teknologien som de første i Norge og vurdere potensialet for biodieselproduksjon i Norge. Eidsalm gård har produsert rybs til Habiol og Energigården har hatt i oppdrag å utrede mulighetene for biodrivstoff i Norge. Interessen for biodrivstoff har vært stigende de siste årene, både i forbindelse med at EU har satt seg et mål om at 5 % av drivstoffet til transport skal komme fra bioprodukter innen 2010⁷², og fordi oljeprisene er stigende.

Hohle tror det er en mulighet for at den raske teknologiutviklingen for produksjons- og forbrenningsutstyr kan føre til at bioenergi får en stor vekst selv uten en storstilt politisk satsning. Teknologien digitaliseres og forbedres og blir stadig mer brukervennlig. Dersom olje- og elprisen fortsetter å stige, slik mange antar, vil etterspørselen etter biobrensel nærmest komme av seg selv, tror Hohle. Men det avgjørende er at folk får kunnskap om hvilke muligheter de har. Dette er bakgrunnen for at han ser på kunnskapsspredning som den viktigste aktiviteten Energigården kan bidra med for å fremme bioenergi.

Regionalt nettverk

Siden 1986 har det vært arbeidet aktivt og målrettet med bioenergi på Hadeland. Blant aktivitetene er utredningsarbeid, etablering av biodrivstoffproduksjon og biovarmeselskap og en regional bioenergisatsning med økonomisk støtte fra EU. Politikere, landbruksnæringen, industri, handel og mange av innbyggerne har engasjert seg, noe som har ført til at bioenergi utgjør en større andel av energibruken her (12 %) enn ellers i landet (6 %).⁷³ I 2003 ble det opprettet en regional satsning på bioenergi på Hadeland kalt *Bioenergiregion Hadeland*. Dette skjedde i forbindelse med at Oppland Fylkeskommune deltok i et nasjonalt prøveprosjekt som skal fremme en regionalisering av styringen av de statlige overføringene til fylkene. Hadelandskommunene Jevnaker, Lunner og Gran utgjør én region og har ansatt en regionskoordinator og oppnevnt et regionråd bestående av politikere fra de tre kommunene som skal vurdere hvilke prosjekter som skal få økonomisk støtte. Regionrådet ønsker en økt satsning på bioenergi og Bioregion Hadeland har fått ansvaret for å drive satsningen framover. Arne Danielsen er ansatt som prosjektleder for å stimulere og koordinere

⁷¹ En forsøksring er i denne sammenheng en samling av lokale bønder som utveksler erfaringer med testing av nye kornsorter, dyrkningsmetoder eller lignende

⁷² Artikkelen "EU lanserer direktiv om biodrivstoff", av Hanne Bakke, 16.05.03, Bellonas nettside: <http://www.bellona.no/no/internasjonalt/eu/29602.html> (14.04.05)

⁷³ Bioreg Hadeland sin nettside: <http://www.bioreg.no/bioreg.php> (08.03.05)

bioenergimiljøet i regionen. Han mener at Erik Eid Hohles engasjement for bioenergi må ses på som den viktigste årsaken til at Hadelandsregionen valgte nettopp bioenergi som satsningsområde.

Ja, den spesielle interessen for bioenergi på Hadeland må for en stor del tilskrives Erik Eid Hohle og Energigården (...). Han har jo vært en utholden ”visjonær” som har sett mulighetene... I dag har politikere og hadelendinger flest et positivt og bevisst forhold til bioenergi. Bioenergi er blitt en del av hadelendingenes identitet.⁷⁴

Bioregion Hadeland har en målsetning om å doble bioenergibruken og å få 5000 besøkende årlig på kurs og lignende innen 2010. Det langsiktige målet er et Hadeland fritt for bruk av fossile brensler innen 2030.⁷⁵

Bioregion Hadeland har opprettet et såkalt *næringslaug* med medlemmer som spenner fra produsenter og distributører av bioenergi til offentlige institusjoner, og andre bedrifter og organisasjoner som har interesse av at bioenergi blir en levedyktig og voksende næring på Hadeland, for eksempel reiselivsbedrifter. Lauget møtes jevnlig for erfaringsutveksling og arrangerer fagseminarer og åpne bioenergidager for det allmenne publikum. På sikt ønsker lauget å knytte kontakter med utenlandske industri- og handelsnettverk som det finske *Bioenergy Network (BENET)* som har både små leverandører og store industrikonsern som medlemmer. Finland har kommet langt i både bruk og teknologisk utvikling på bioenergiområdet og finske selskaper eksporterer blant annet skogsmaskiner, flishoggere og biobrenselanlegg. Næringslauget mener at Hadelands miljø av bioenergiaktører er for lite til å samarbeide med BENET og ønsker derfor å danne et slags utvidet næringslaug og invitere med medlemmer fra hele bioenergimiljøet i Norge, for å inkludere flere og større aktører.⁷⁶

I et regjeringsinitiert prosjekt kalt *Innlandet 2010* har offentlige institusjoner og næringsliv i regionen pekt ut bioenergi som ett av seks satsningsområder med spesielt stort vekstpotensial i Hedmark og Oppland. Bioenergimålene er at innlandet innen 2010 skal øke egen bruk av bioenergi, produsere bioenergi til Norge og Norden, skape 300-500 arbeidsplasser, levere 30 millioner liter biodiesel til mobil bruk, bidra til 130 tonn reduksjon i CO₂-utslipp og bygge opp et nasjonalt ledende kompetansemiljø.⁷⁷ Energigården og Habiol er to av fire virksomheter som er upekt til ”fyrtårnprosjekter”, som blant annet betyr at de vil bli

⁷⁴ Intervju, Arne Danielsen, 12.05.04

⁷⁵ Foredrag, Erik Eid Hohle, 17.03.05. BIOREGs nettside: http://www.bioreg.no/pdf/bioenergiregion_erik.pdf (25.03.05)

⁷⁶ Intervju, Arne Danielsen, 12.05.04

⁷⁷ ”Fyrtårn i Innlandet”, Innovasjon Innlandets rapport til regjeringen, mars 2005, side 15: http://odin.dep.no/filarkiv/240875/Sluttrapport_Innland_2010.pdf (27.03.05)

prioritert fremfor andre prosjekter ved bevilgninger og økonomisk oppfølging innfor Innlandet 2010. Erik Eid Hohle sitter som medlem av utviklingsrådet til Innovasjon Innlandet.

Nasjonalt nettverk

Erik Eid Hohle var med i oppstarten av bransjeforeningen Norsk Bioenergiforening (NoBio) i 1985 og har sittet i styret til foreningen i 14 år, hvorav fire som styreleder.⁷⁸ Bransjeorganisasjonen har et bredt spekter av medlemmer, blant annet utstysleverandører, industri, energiselskap, oljeselskap, skogeier- og bondeforeninger, kommuner, fylkeskommuner og privatpersoner.⁷⁹ NoBio lager utredninger og statistikk, samler nyheter om bioenergi og har et oppdatert bransjeregister og mye relevant informasjon samlet på sine nettsider.⁸⁰ Foreningen er pådrivere *innad* i bransjen for samhandling og kompetanseheving, og fungerer også som en samlet enhet *utad*, som jobber opp mot media og direkte mot politikere og byråkrater for å bedre rammebetingelsene for bioenergi. Bioenergiforeningen samarbeider med de andre nordiske og europeiske bioenergiforeningene om å arrangere felles seminarer, konferanser og messer, og denne kontakten mellom landene bidrar til kunnskaps- og kompetanseutveksling. NoBio bruker Energigården som lokalitet i en del lobbysammenhenger ved at de tar med politikere til gården for å vise i praksis hvilke store muligheter som ligger i bioenergi.

I 2001 laget et utvalg nedsatt av NoBio på oppdrag fra Forskningsrådet en *Samlet plan for norsk bioenergiforskning* (NoBio 2001). Utvalget besto av personer fra SINTEF Energiforskning, Skogforsk, Norsk Hydro og Enøksenteret i Østfold, og de karakteriserte aktivitetene i norsk bioenergiforskning som spredt og lite samordnet, og plassert i små forskningsmiljøer sammenlignet med tilsvarende forskning i resten av Norden og Europa. Utvalget skriver at tyngden av kompetansen innen bioenergiforskningen tradisjonelt sett har befunnet seg i NTNU/SINTEF-miljøet, som hovedsakelig har forsket på forbrenningsteknologi, og i forskningsmiljøet rundt Landbrukshøgskolen på Ås, som har forsket på produksjon, transport, lagring og til dels foredling av biomasse i ulike former. De mente videre at Norge har høy kompetanse innen små- og mellomstore forbrennings- og gassifiseringsanlegg, samt småskala behandling og transport av biomasse, men at det har vært for mye fokus på *brukere* og for sterk *teknologiorientering*. De etterlyser en mer helhetlig og langsiktig satsing på bioenergiforskning. Utvalget skrev at i løpet av de siste årene har andre

⁷⁸ Intervju, Erik Eid Hohle, 01.04.05

⁷⁹ Samtale, Eirin Hongslo, 26.01.04

⁸⁰ Nettsiden: <http://www.nobio.no>

universiteter og institutter også kommet på banen i noen grad, i takt med økt fokus på samfunnsfaglige og miljø- og klimarelaterte problemstillinger. Når det gjelder forskning på bioenergi som teknologisk system dekkes det til en viss grad opp av et delprosjekt om energisystemer under Forskningsrådets program Ny Energi. På initiativ fra Bioregion Hadeland har bioenergibransjen og de ulike vitenskapelige fagmiljøene på bioenergi i 2005 samlet seg om en bred, felles søknad til Norges Forskningsråd om et samlet forskningsprosjekt for bioenergi kalt *Industriell utvikling og verdiskapning*. Dette programmet har hovedfokus på teknisk-naturvitenskapelig bioenergiforskning, men det er kanskje ikke så merkelig ettersom det er relativt få samfunnsvitenskapelige miljøer som jobber med nye fornybare energikilder i Norge i dag. Det er et behov for å supplere denne forskningen med samfunnsfaglige tilnærminger, kanskje spesielt er det viktig å analysere hva som skal til for å øke etterspørselen etter bioenergi i forbrukermarkedet og hvilke samfunnsmessige barrierer som hindrer en bedre etablering av det teknologiske systemet for bioenergi. Dette er viktig for å øke kunnskapsgrunnet for politiske myndigheter som skal utforme strategier og virkemidler for å nå målene om økt bruk av bioenergi.

Internasjonalt nettverk

Hadeland er den norske partneren i et EU-prosjekt kalt Bioenergy Technology Transfer Network (BTN) og Energigården er sekretariat på norsk side. Prosjektet skal stimulere til samarbeid mellom regioner og næringsliv i Norge, Tyskland, Finland, Sverige og Estland, og har som mål å tilrettelegge for eksport, import og kompetanseoverføring.⁸¹ Bente Klæstad ser på deltagelsen i BTN som:

... en måte å få ny og oppdatert informasjon på. Så lenge bioenergi ikke er så betydelig i Norge som i andre land så er vi helt avhengige av et internasjonalt nettverk, for å lære og for å holde oss oppdatert.⁸²

Behovet for et bedre utdanningstilbud innen bioenergifeltet gjorde at Energigården og Bioregion Hadeland gjennom EU-nettverket startet et konkret samarbeidsprosjekt med et finsk universitet, Jyväskylä Polytechnic.⁸³ Sammen har de utviklet utdanningsprogrammet ”Wood fuel education”, et ettårig, nettbasert deltidsstudium i bioenergi på høyskolenivå der studentene har undervisningssamlinger to ganger i året, henholdsvis i Finland og på Hadeland, og får stipend fra prosjektet. Målgruppen for studiet er blant annet personer som jobber med

⁸¹ Intervju, Arne Danielsen, 12.05.04

⁸² Intervju, Bente Klæstad, 12.05.04

⁸³ Se kursets nettside: <http://www.jypoly.fi/luva/woodfuelspecial.htm> (22.03.05)

bioenergi allerede og studiet er lagt opp til å være fleksibelt, slik at prosjektarbeid kan gjøres med utgangspunkt i studentenes egen arbeidssituasjon.⁸⁴

5.2 Statoil

Bakgrunn for bioenergisatsning

Bioenergisatsningen begynte i 1996 med at Geir Skjevraak, som nyutdannet forstkandidat fra Norges Landbrukshøgskole med hovedoppgave om bioenergi, tok kontakt med Statoil for å høre om de var interessert i å satse på bioenergi. Han fikk først et engasjement for å utrede hvilke markedsmuligheter Statoil hadde innen bioenergi. Da selskapet en tid senere bestemte seg for å satse på produksjon og salg av trepellets på Skjevraaks anbefaling ble han selv ansatt som salgssjef.⁸⁵

Bioenergisatsningen drives av datterselskapet Statoil Norge AS i Oslo, som blant annet driver oljesalg og oljedistribusjonsvirksomhet, men bioenergi regnes med i Statoils arbeid med andre energikilder enn olje og gass. I 2002 opprettet selskapet en ny businessenhet kalt *Ny Energi*, ”en konsernstrategisk gruppe”⁸⁶ som jobber med fornybar energi, energieffektivitet, CO₂-håndtering og hydrogen som energibærer. Per Øivind Johansen er kommersiell direktør i Ny Energi og mener at årsaken til at Statoil ønsker å satse på andre energikilder enn olje og gass er at ledelsen i Statoil og andre energiselskaper føler et behov for å vise at de er opptatt av miljøspørsmål.

Men jeg tror nok at ledelsen også er genuint opptatt av miljøaspekter ved bruk av energi. Det er mye snakk om CO₂. CO₂ er jo sluttproduktet fra enhver forbrenning av fossile brensler. De fleste mener at menneskeskapte CO₂-utslipp i atmosfæren er med på å påvirke klimaet. Spørsmålet i Statoil blir da hva vi kan gjøre med det. I Ny Energi har vi sett på mulighetene for å utnytte CO₂ kommersielt, om det er mulig å gjøre forretning på dette – for eksempel ved å injisere CO₂ i oljereservoarer for økt oljeuttak.⁸⁷

Innen feltet fornybare energikilder driver selskapet med såkalt *grønn elektrisitet* i form av vindkraft og tidevannskraft, og såkalt *grønn varme* i form av bioenergi. Ny Energi-avdelingen ligger direkte under konsernets hovedkvarter i Stavanger. Bioenergi er den største kommersialiserte satsningen til Statoil på nye fornybare energikilder. Statoil har en representant i styret til Norsk Bioenergiforening.

⁸⁴ Intervju, Bente Klæstad, 12.05.04

⁸⁵ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

⁸⁶ Intervju, Per Øivind Johansen, kommersiell leder for avdelingen Ny Energi, Statoil, 10.09.04

⁸⁷ Intervju, Per Øivind Johansen, 10.09.04

Manglende skalaøkonomi og svak verdikjede som overordnede barrierer

Mange av næringsaktørene i bioenergibransjen mener at den største utfordringen i dag er å øke *etterspørselen* etter bioenergiprodukter.⁸⁸ Men etterspørselen henger igjen nøye sammen med blant annet tilbudets pris, kvalitet, utbredelse, markedsføring og omtale. Et grunnleggende problem for bioenergibransjen er at den fortsatt er i etableringsfasen og opererer med småskala produksjon og salg.

I varehandelen er det sånn at du må ha et visst volum, og vi er ikke over det minimumsvolumet. Det er masse investeringer som er gjort som går på tomgang i stedet for å gå på full speed. Men nå har vi gjort grunnlagsinvesteringene og nå tenker vi bare én ting, og det er å få større volumer.(...) Det blir med pellets som med mange andre ting i varehandelen, at det handler om størrelse.⁸⁹

Det er behov for skalaøkonomi for at det skal bli mer lønnsomt å produsere, men det er vanskelig å komme over i skalaøkonomi-fasen fordi det forutsetter mange kunder som igjen forutsetter at prisene er konkurransedyktige med etablert brensel. Statoils bioenergivekst har skjedd gjennom å *"bygge kunder og bygge fabrikker selv, og å kjøpe opp andre"*.⁹⁰ Statoil har en markedsandel på halvparten av pelletssalget i Norge, men fordi markedet er lite utgjør dette en relativt liten mengde pellets. Derfor har selskapet valgt å rette seg mot hele det nordiske markedet, som er betydelig større enn det norske. I tillegg til å selge en del av den norskproduserte pelletsen til Danmark og Sverige har selskapet kjøpt opp tre pelletsfabrikker i Danmark og lagt ned én, men driver de to andre videre. Dette har gitt det norske selskapet en markedsandel på 30 % i Danmark også. Statoil har også kjøpt opp en pelletsfabrikk i Sverige og der er selskapets markedsandel på rundt 14 %.⁹¹ For å komme ut av den vanskelige onde sirkelen med manglende skalaøkonomi har altså Statoil valgt å benytte seg av det nordiske pelletsmarkedet fordi det er godt etablert og stort sammenlignet med den norske. Dermed kan Statoil dra nytte av skalaøkonomien i det nordiske markedet og få økonomiske fordeler som gjør at de kan tilby pellets av god kvalitet og til relativt lave priser også i Norge. På denne måten bidrar Statoil til å bygge markedet i Norge uten å tape for mye penger, fordi de har inntekter fra salg i Sverige og Danmark i tillegg.

Et annet problem for den lite etablerte bioenergisektoren er at investorer opplever det som en usikker bransje å investere i. Investeringskostnadene er som regel høyest i vekstfasen til et produkt (Dicken 1998), før skalaøkonomien er på plass og produktet fortsatt er relativt

⁸⁸ For eksempel: Foredrag, Rune Brusletto, 03.03.04 og foredrag, Per F. Jørgensen, 22.06.04

⁸⁹ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

⁹⁰ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

⁹¹ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

ukjent blant forbrukere og etterspørselen tilsvarende lav. Problemer med å skaffe kapital bidrar til treg utvikling i bransjen, som i sin tur gjør det mindre attraktivt å investere. Håvard Risnes i Enova er bevisst dette problemet:

Høye investeringskostnader og mangel på risikovillig kapital er viktige barrierer. Og tilgangen på kapital er begrenset av risiko. Hvis du oppfatter det å være i det markedet som veldig risikofylt, så vil du ikke tørre å investere pengene dine.(...) Usikkerhet omkring de langsiktige rammebetingelsene det er nettopp hvordan politikerne kan hjelpe det markedet.⁹²

Som et stort oljeselskap har Statoil tilgjengelig kapital til å investere i bioenergi. Etter at Skjevrak hadde laget utredningen om Statoils markedsmuligheter innen bioenergi, anbefalte han selskapet å sette i gang en storskala produksjon av pellets. Statoils etablering av flere nye fabrikker i Norge og oppkjøp av fabrikker i Norden har gjort selskapet til en av de store *industrialistene* i den norske bioenergibransjen.

Moderne biobrensel er et relativt nytt produkt i norsk sammenheng og det er derfor mange deler av det teknologiske systemet og ledd i verdikjeden som ikke er ferdig utviklet og integrert i samfunnet. Da Statoil ønsket å satse på bioenergi var det derfor viktig å velge et produkt som ga minst mulig utfordringer for selskapet når det gjaldt infrastruktur og transport. Skjevrak begrunner bakgrunnen for at selskapet valgte å satse på pellets slik:

Vi gjorde et godt strategisk arbeid.(...) Pellets likner mest på olje, og der er vi minst i konflikt med e-verkene. Og demografisk så bor folk veldig spredt, og det gir små og mellomstore effektområder. Og da trenger vi et høyt foredlet brensel... eller korrekt foredlingsgrad.(...) Det var veldig viktig for oss at dette skulle fungere som olje. Det skulle liksom ikke være noe spesielt. Derfor ligger pelletsbiten i Statoil i det tradisjonelle oljesalget.⁹³

Valget av pellets blant mange mulige biobrenseltyper ble altså styrt av muligheten til å bruke selskapets lange erfaring med fyringsolje som produkt, slik at de kunne overføre noe av den eksplisitte og den tause kunnskapen fra tankbiltransport og forbrenning av fyringsolje, bygging og drift av varmekjeler og vannbårne varmesystemer til arbeid med bioenergi.

Råstoff viktigste lokaliseringsfaktor

Nesten alt råstoffet som brukes til produksjon av moderne bioenergi i Norge i dag er avfall fra treforedlingsindustrien. Men det er sterk konkurranse om avfallet, spesielt fra sponplateindustrien. Som resultat av en politisk målsetning er Norge et ledende land innen

⁹² Intervju, Håvard Risnes, 02.03.04

⁹³ Intervju, Geir Skjevrak, 25.08.04

sponplateproduksjon, og mange av sponplateprodusentene har inngått langsiktige leveringsavtaler med råstoffleverandørene i trebearbeidende industri for å sikre tilgangen.⁹⁴ Den viktigste lokaliseringsfaktoren for Statoils pelletsfabrikker i Norge var derfor en jevn tilgang på billige, lokale råvarer til produksjonen. Den ene fabrikken ligger i Brumunddal der det er inngått av langsiktig avtale om levering av råstoff fra en parkettfabrikk i nærheten og fra konvensjonelle biprodukter fra annen trebearbeidende industri. Den andre fabrikken er under utbygging i Sykkylven, og der er det inngått avtaler om kjøp av råstoff i form av treavfall fra møbelindustrien på Møre.⁹⁵ Skjevraak sammenligner viktigheten av god råstofftilgang med oljeproduksjon:

Akkurat som du må lete etter oljefelt, så må du lete etter de billigste "bioenergifeltene".⁹⁶

De to fabrikkene er relativt små anlegg energimessig i norsk sammenheng, men de produserer relativt mye pellets. Sykkylven skal produsere 4500 tonn i året, og i Brumunddal, hvor det for tiden produseres 11-12.000 tonn, er det et mål å øke produksjonen til 16-18.000 tonn. Anlegg som produserer under 20.000 tonn pellets i året er avhengig av *tørt* råstoff, noe de nettopp kan få fra trebearbeidende industris avfallsprodukter.

Konkurransen om industriavfallet peker på at det er et behov for å ta i bruk *skogsavfall*, slik svenskene har gjort i stor skala, dersom produksjonen av biobrensel skal kunne fortsette å øke (Enova 2003). I mindre fabrikkanlegg vil det da være behov for å tørke den fuktige flisen fra skogsavfall før den presses til pellets. Men Geir Skjevraak tror at skogeierne ikke vil engasjere seg ordentlig i bioenergiløyper og eventuell egen produksjon før etterspørselen etter biobrensel har steget betraktelig:

I overskuelig tid så vil råstoffet komme fra biprodukter fra trebearbeidende industri. Det er nok en god stund før det kommer direkte fra skogsida. Det skal komme veldig mange kunder til først.⁹⁷

Bygger infrastruktur

Omfattende bruk av bioenergi til oppvarming krever sentralvarmeanlegg med vannbåren varme, spesielt i store bygninger (Enova 2003). Av 1,8 millioner boliger i Norge er det kun 12

⁹⁴ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04 og intervju, Håvard Risnes, 02.03.04

⁹⁵ Foredrag, Hanne Lekva, 17.06.04

⁹⁶ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

⁹⁷ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

% som har sentralvarme.⁹⁸ Mangelen på teknologisk infrastruktur for vannbåren varme skyldes hovedsakelig at landet i mange tiår har vært dominert av strømbasert oppvarming med panelovner. Mange ser på dette som den viktigste barrieren for utstrakt bruk av bioenergi i Norge.

I Norge så er den eneste energiforsyningen i husene elektrisitet. Når du ikke har vannbårne systemer er det en alvorlig barriere.⁹⁹

Sammenlignet med Sverige har Norge lite utbygd infrastruktur for vannbåren varme, både når det gjelder interne systemer i bygninger og når det gjelder utbygging av nær- og fjernvarme. Én av årsakene til det er at landene har svært ulike demografiske forhold. Norge har en relativt spredt bosetning og en mye større andel små bygg og enkelthus enn Sverige.¹⁰⁰ Men den viktigste grunnen til at infrastrukturen for oppvarming er forskjellig i de to nabolandene er at Norge gikk over til elektrisk oppvarming etter hvert som det ble bygget ut stadig flere vannkraftverk og strømmen ble billigere fra midten av 1900-tallet. Forbrukerelektrisiteten ble tredoblet fra 1947 til 1965 (Slagstad 1998) og i begynnelsen av 1970-årene ble det stadig mer vanlig å bruke panelovner til oppvarming (Sørensen & Wilhelmsen 2001). Elektrisk oppvarming utgjør 70 % av det samlede boligvarmeforbruket.¹⁰¹ Fra 1980 til 1999 økte det totale elforbruket i norske husholdninger med 54 %. I samme periode ble antall norske boliger med vannbåren varme redusert, noe som sees på som en viktig årsak til den kraftige økningen av elektrisk oppvarming. Det er imidlertid en økende interesse for vannbårne varmesystemer. Økte strømpriser, og prognoser om enda sterkere prisøkning i fremtiden, har økt bevisstheten til norske forbrukere om muligheten til å velge en annen energiløsning enn strøm og i 2004 ble det installert vannbåren varme i 44 % av alle nye eneboliger.¹⁰² Men som én av informantene påpekte, vil det likevel være lenge til en større andel av husholdningene har vannbårne varmesystemer:

Utskiftningen av bygg er jo ufattelig sen. Hvert femtiende år. De store elsystemene som vi har vil det ta lang tid å skifte ut.¹⁰³

⁹⁸ Rapport fra det interdepartementale arbeidsutvalget for bioenergi. Odin nettside: <http://odin.dep.no/oed/publ/rapporter/026005-990007/dok-bu.html> (15.06.04)

⁹⁹ Intervju, Per Øivind Johansen, 10.09.04

¹⁰⁰ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

¹⁰¹ Varmeinfos nettside: <http://www.varmeinfo.no> (01.05.04)

¹⁰² Varmeinfos nettside:

<http://www.varmeinfo.no/index.php?PHPSESSID=a51383ca7f1f14f21a0cd828b4655cbc&ID=71&KID=52&SID=84&page=ART> (17.04.05)

¹⁰³ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

Statoil har i tillegg til pelletsproduksjon en virksomhet hvor de bygger vannbårne systemer og installerer små og mellomstore biobrenselkjeler i borettslag og større bygg. Dette er en videreføring av tilbudet selskapet har hatt i mange år om å bygge vannbårne varmesystemer til storkunder som bruker fyringsolje. Tilbudet oppsto fordi det var en generell mangel på vannbåren infrastruktur. Dersom en storkunde har en defekt oljekjel og ønsker å bytte den ut, gjør Statoil et overslag og tilbyr å bytte ut den gamle oljekjelen med en biobrenselkjel. Dette representerer et viktig mulighetsvindu for biobrensel.

Selskapet har valgt å selv bygge ut og levere ferdig varme til forbrukerne fordi de erkjenner at verdikjeden for bioenergi ikke er like velutviklet og effektiv som for eksempel verdikjeden for elektrisitet. Geir Skjevraak mener at det er mangel på kunnskap og kompetanse om vannbåren oppvarming og biobrensel blant annet i rørleggerbransjen og byggebransjen, og Statoil har valgt strategien med å bygge og drive varmesentraler blant annet for å kompensere for den manglende kunnskapen hos andre aktører:

Når vi er en del av slike sentraler og bygger disse her, så er jo det for å kompensere for at det ikke er kunnskap, kapital eller vilje hos byggherrer eller rådgivende ingeniører eller rørleggere eller banker til å få anlegget opp og stå, og derfor må vi gjøre det for å bygge markedet. Få det i gang, få et demonstrasjonseksempel.¹⁰⁴

Statoil tilbyr også å drifte og vedlikeholde biobrenselkjelene de installerer. Skjevraak mener at det er nødvendig å tilby driftshjelp fordi:

En norsk vaktmester er bare vant med strøm. Danske vaktmestere har jo alltid holdt på med kjeler! Enten det har vært kull eller olje. Det er ikke den brutale overgangen, men det er en brutal overgang fra en elektrokjele til en biobrenselkjele.¹⁰⁵

5.3 Sammenligning av Energigården og Statoil

Tabell 1 viser en sammenligning av Energigården og Statoil som aktører i det teknologiske systemet for bioenergi i Norge. Tabellen tar for seg tre hovedtemaer: aktørenes vurdering av hva som er hovedbehovet for bioenergi framover; karakteristikkk av aktørene i form av blant annet strategi og målgruppe; og min vurdering av hva slags bidrag de gir og hvilken rolle de spiller for utviklingen av bioenergisystemet. Aktørenes vurdering av hovedutfordring for bioenergi var jeg nærmere inne på tidligere i kapittel 5, og punktet om bidrag og roller vil bli

¹⁰⁴ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

¹⁰⁵ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

diskutert nærmere i kapittel 6. I dette delkapitlet vil jeg diskutere likheter og forskjeller i karakteristikken av de to aktørene.

TABELL 1: SAMMENLIGNING AV ENERGIGÅRDEN OG STATOIL SOM BIOENERGI AKTØRER

		Energigården	Statoil Norge AS
Aktørens vurdering	Hovedbehov for vekst i systemet	Kunnskap	Større volum og økte avgifter på konkurrerende varmekilder
Karakteristikk av aktøren	Mål med virksomheten	Direkte: Øke og spre kunnskap Overordnet: Fremme det teknologiske systemet for bioenergi i Norge	Direkte: Tjene penger på pellets i Norge og Norden, etablere seg i markedet for fornybar energi Overordnet: Vise at selskapet er opptatt av miljøspørsmål
	Initiativtaker til satsning	Forstkandidat, personlig engasjert i bioenergi	Forstkandidat, personlig engasjert i bioenergi
	Hovedstrategi	Kunnskapsheving, bevisstgjøring, teknologiutvikling	Kontroll over hele verdikjeden: Råstoffavtaler, storskala-produksjon, distribusjon, bygging og drift av vannbåren varme
	Målgruppe, kunder	Et bredt publikum: innad i bransjen, mot politikere, mot allmennheten i Norge, mot internasjonalt nettverk	Til store og små, private og offentlige kunder. Selger pellets til Norge, Sverige og Danmark, bygger og driver vannbåren varme i Norge
	Aktørens viktigste ressurs	Bred kunnskap, engasjement og stort nettverk	Skalafordeler av å være en del av et stort industriselskap med mye erfaring på teknologi, transport og økonomi fra oljefyring
	Nettverk	Bidrar til å bygge nettverk på regionalt, nasjonalt og internasjonalt nivå. Stort behov for nettverk selv pga desentralisert lokalisering	Bruker det nasjonale bioenerginettverket NoBio. Har nettverk internt i Statoilkonsernet i Norge og i Norden. Deltar også i Svebio og Danbio
	Geografi, lokalisering	Gård på Hadeland, plass til å demonstrere en mini verdikjede, kort reiseavstand fra Oslo for besøkende	Fabrikker ved råstoffkilden. Hovedkontor og systemdrift i Oslo pga stort marked på Østlandet
	Bioenergiens rolle for aktøren	Hovedaktivitet	Liten bi-aktivitet
Aktørens bidrag	Viktigste rolle	Utviklings- og kunnskapsaktør	Produsent, industrialist og varmeleverandør
	Entreprenørtype	<i>Oppfinner-entreprenør</i> i bransjen og utad	Initiativtaker er <i>primus motor</i> innad i Statoil, og Statoil er <i>primus motor</i> for bioenergibransjen
	Type teknologiske innovasjoner	Inkrementelle innovasjoner gjennom samarbeid med produsenter og forskere	Inkrementelle innovasjoner gjennom bruk

Engasjerte initiativtakere

Initiativtakeren som fremmet forslaget om at Statoil skulle satse på bioenergi, Geir Skjevraak, hadde det samme ønsket som initiativtakeren til Energigården, Erik Eid Hohle, om å utvikle bioenergibransjen i Norge et hakk videre. Skjevraak ønsket etter endte studier å bidra til å fremme bioenergi og mente at det var behov for noen store industriaktører i bioenergibransjen for å få til en storskala produksjon og bruk av bioenergi.

Jeg tenkte at et oljeselskap har noen fordeler. De kan koble dette her opp mot olje. De kan koble det mot salgsapparatet, varemerket, fakturering. Og produktteknisk er [pellets] veldig likt olje også. Og jeg tenkte at oljeforbruket skal jo bort.¹⁰⁶

Han mente at å engasjere et oljeselskap ville være svaret på det han anså som hovedutfordringen for bioenergi. Med det samme engasjerte utgangspunktet bestemte Hohle seg for å opprette et informasjonssenter for bioenergi, etter å ha jobbet med bioenergi innen forskning, i organisasjoner og i forvaltning. Bakgrunnen for at han valgte å starte dette prosjektet var hans analyse av at det største hinderet for utvikling av bioenergi var en utbredt kunnskapsmangel i samfunnet.

Schumpeter (ref. Freeman 1992) mener at entreprenøren generelt er en avgjørende drivkraft for teknologisk utvikling som driver økonomien framover. En viktig suksessfaktor for å utvikle og bygge opp et nytt teknologisk system er å ha ivrige og kreative pådrivere med *igangsetter-evner*. Det er viktig at pådrivere har et personlig engasjement fordi nybrottsprosjekter ofte er innviklede og langvarige, noe som krever tålmodighet og mye pågangsmot. Gründerens rolle er i mange sammenhenger å være en igangsetter som trekker seg ut når prosjektet er vel forankret hos andre som kan drive det videre (de Presno et al. 2001). Hughes (1983) mener også at etter oppstartsfasen til et system er det mer behov for gode administratorer og ledere enn gründere. Arne Danielsen forteller at Erik Eid Hohle trakk seg ut av styringsgruppa for det regionale bioenergiprojektet Bioregion Hadeland da det hadde blitt etablert som en flerkommunal institusjon og hadde fått andre pådrivere.¹⁰⁷ Hohle valgte også på et tidspunkt å ikke stille til gjenvalg i styret til NoBio, med den begrunnelsen at han ville slippe til nye folk, og for å kunne konsentrere seg om andre og nye oppgaver.¹⁰⁸

Når man sammenligner Energigården og Statoil som aktører i bioenergibransjen er det viktig å huske på at de to aktørene har to svært ulike utgangspunkt for å satse på bioenergi. Selv om *initiativtakerne* for begge bedriftene ønsket å bidra til å videreutvikle bioenergi som

¹⁰⁶ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

¹⁰⁷ Intervju, Arne Danielsen, 12.05.04

¹⁰⁸ Intervju, Erik Eid Hohle, 01.04.05

varmekilde i Norge, var *Statoilkonsernets* mål å utvikle et nytt markedssegment ved siden av olje og gass, for å tjene penger.

Ulike mål, strategier og roller

En av Energigårdens strategier for å nå *målet om økt kunnskap* om bioenergi i samfunnet er å drive eksperimentering og testing av teknologi som brukes i alle leddene av verdikjeden for ulike typer biobrensler; dyrking, høsting, transport, lagring, foredling og forbrenning. Kunnskapen de opparbeider seg brukes i utstrakt informasjonsarbeid mot markedsaktører, institusjoner og allmennheten. Statoils strategi for å nå *målet om storskala produksjon og bruk av pellets* er å ha en viss kontroll over alle ledd langs verdikjeden. Etersom verdikjeden for bioenergi i Norge har mange svake ledd var det viktig for Statoil å ha styring med og styrke hvert enkeltledd for å få til en effektiv produksjon og en effektiv avsetning for produktene sine.

Energigården og Statoil jobber for å utvikle bioenergisystemet, *direkte* gjennom teknologibruk og utvikling, og *indirekte* for å øke den politiske bevisstheten og viljen, bedre rammebetingelsene og utvikle institusjonene. Energigården tar en svært *aktiv* rolle som pådriver på mange felt, mens Statoil har inntatt en mer *passiv* rolle og fokuserer på å få industrivirksomheten og salget til å bli mer lønnsomt og gi økt avkastning. Men selv om Energigården driver utviklingsarbeid på flere felter er dette først og fremst for å gjøre det attraktivt for mange aktører å satse på bioenergi og investere i produksjon slik at det blir en stor sektor og en viktig energikilde i Norge. Og det er denne typen investering Statoil har foretatt. Statoil bidrar direkte med utviklingsarbeid, både på produkt- og systemnivå. Derfor vil jeg mene at de begge bidrar til utviklingen på hver sine måter. De to aktørene har ulike roller, Statoil er *industrialist* og *produsent*, mens Energigården er *utviklingsaktør* og *kunnskapsaktør*, som delvis får midler fra det offentlige for sin virksomhet, men hovedsakelig er avhengig av konsulentoppdrag.

Bioenergiens rolle i selskapet

Statoil selger fyringsolje tilsvarende 2000 GWh og pellets tilsvarende 60 GWh i Norge hvert år, og det er rundt 40 ansatte som jobber med salg av fyringsolje mot kun to som selger pellets. De to produktene er i konkurranse med hverandre på oppvarmingsmarkedet, og i

Sverige har Statoils salg av fyringsoljer blitt kraftig redusert siden 1970-tallet samtidig som salget av pellets har økt mye.¹⁰⁹ Per Øivind Johansen kommenterer dette slik:

Når vi selger pellets kan dette være i konkurranse med salg av våre øvrige produkter - som fyringsolje, men dersom man kan selge pellets konkurransedyktig så vil jo noen gjøre det. Da mener vi at vi også må utnytte slike muligheter. Sånn sett er det ikke så veldig problematisk. Gjennom salg av pellets bidrar vi jo til å introdusere fornybar energi i Norden og det er jo bra.¹¹⁰

Bioenergi har minimal betydning i selskapets økonomi som helhet, men kan ha en betydning som *symbol* og ”bevis” på at oljeselskapet ønsker å satse på fornybare energikilder ved siden av de fossile. Statoil som et stort og anerkjent selskap gir på den måten legitimitet til bioenergi og kan påvirke andre til å ønske å satse i samme bransje. På den annen side er Statoils satsning relativt ukjent på grunn av lav markedsføringsprofil. Selskapet prioriterer ikke å jobbe for at bioenergisatsningen skal være synlig, mens nettopp *synlighet* er en viktig strategi til Energigården som ønsker å spre kunnskap om bioenergi ut i samfunnet.

Energigården er en svært liten virksomhet sammenlignet med Statoil, og er opprettet kun med tanke på å fremme bioenergi i Norge. Begge aktørene er avhengige av at det går rundt økonomisk, men ettersom Energigårdens overordnede mål ikke er å tjene penger, men å fremme bioenergi, er det mulig at den vil være i stand til å holde på lenger enn Statoil som har krav på seg fra eierne om å tjene penger for å få fortsette satsningen. Geir Skjevraak påpeker at Statoil satser på bioenergi fordi de tror det vil bli penger å tjene, og at de ikke satser for miljøets skyld.¹¹¹ Hvis ikke lønnsomheten for bioenergi i Norge blir bedre¹¹² vil selskapet derfor vurdere å legge ned denne delen av bioenergisatsningen. Statoil er likevel klar over at det er behov for å være litt ekstra tålmodig med et såpass nytt produkt og et nytt marked:

[Jeg tror] at vi som selskaper, vi må forstå det at vi kan ikke høste like stor profitt av et sånt produkt i en startfase som vi vil kunne gjøre i et modent, eller et stort marked. Det sier seg selv. Du må satse strategisk hvis du vil gjøre det. Sånn at du må være villig til å gå på en lavere inntjeningsgrad i startfasen.¹¹³

Statoil er veletablert i det nordiske pelletsmarkedet med en relativt stor kundemasse. En fordel med dette er at selskapet ikke er helt avhengig av at pelletssalget vokser raskt i Norge og det kan derfor være mer tålmodig enn andre pelletsprodusenter som baserer seg på et innenlandsk

¹⁰⁹ På 70-tallet solgte Statoil 170.000 tonn fyringsolje per år, i dag er tallet redusert til ca. 40.000 tonn. Kilde: Samtale, Geir Skjevraak, 21.06.04

¹¹⁰ Intervju, Per Øivind Johansen, 10.09.04

¹¹¹ Samtale, Geir Sjevraak, 21.06.04.

¹¹² Produksjon og salg av bioenergi i Sverige og Danmark er allerede lønnsom på grunn av stor etterspørsel

¹¹³ Intervju, Per Øivind Johansen, 10.09.04

marked. På den annen side kan god avsetning i nabomarkedene redusere incentivet for selskapet til å prioritere markedsføring og lobbyarbeid for å bedre etterspørselen i Norge.

Nettverk og endringskapasitet

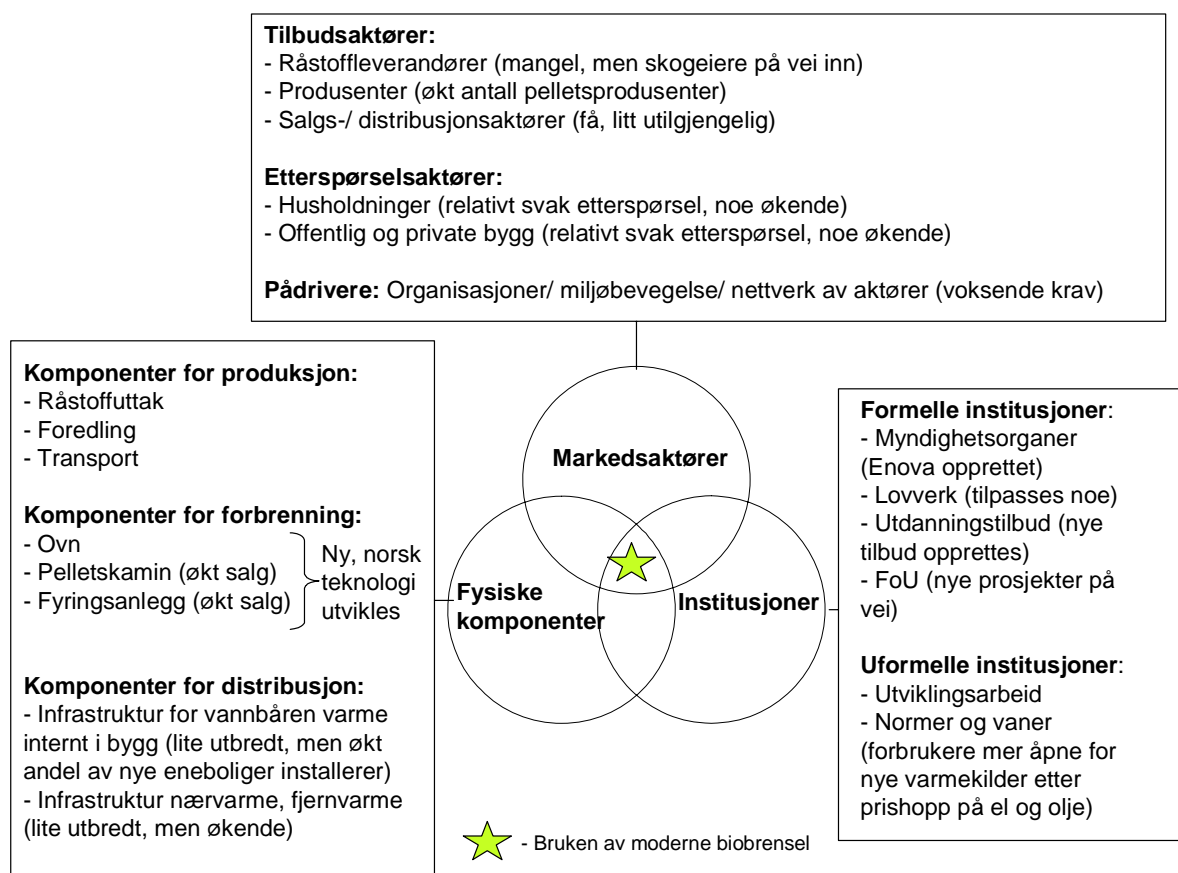
Statoil kom inn i pelletsmarkedet med lang erfaring fra salg av fyringsolje, distribusjon, drift og vedlikehold av oljekjeler, og bygging og drift av vannbåren infrastruktur. Denne kunnskapen er i stor grad overførbart til pelletsdistribusjon og drift av biokjeler. I tillegg er Statoil medlem av bransjeorganisasjonene Svenska Bioenergiföreningen (Svebio) i Sverige og Dansk Biomasseforening (Danbio) i Danmark, og ved å være deltager i disse bransjennettverkene får selskapet kunnskap fra veletablerte teknologiske systemer for bioenergi som kan brukes i Norge. Energigården på sin side deltar sammen med blant annet Sverige og Finland i et næringsnettverk som får støtte av EU. Et konkret resultat av dette nettverket er at Energigården har opprettet et utdanningstilbud i bioenergi i samarbeid med en finsk høyskole. Både Energigården og Statoil samhandler altså med den nordiske bioenergibransjen, og denne erfaringsoverføringen fra land der det teknologiske systemet er bedre utviklet og etablert bidrar til å styrke det norske teknologiske systemet for bioenergi. Statoil er en aktiv *nettverksdeltager*, mens Energigården er en aktiv *nettverksbygger*. Denne forskjellen henger sammen med at nettverksvirksomhet er en viktig del av strategien til Energigården for å utvikle og spre kunnskap om bioenergi generelt i samfunnet, mens Statoil deltar i de eksisterende nettverkene for å knytte kontakter og øke kunnskapen for å forbedre sin egen produksjon og salg.

Jacobsson og Johnsson (2000) mener at prosessen med å utvikle et nytt teknologisk system som skal konkurrere med andre systemer blant annet er avhengig av at aktørene, nettverkene og institusjonene har en evne til å forandre seg og fornye kompetansen sin. Ettersom Energigården jobber på mange og skiftende fronter ser det ut til at den har stor endringskapasitet og er en dynamisk aktør som kan innrette seg etter ulike behov. Statoil har investert stort i produksjons- og distribusjonsutstyr og deres satsningspunkter er derfor litt mer fastlagt og vanskelig å endre. Men kompetansen kan like fullt utvikle seg og nye satsningsområder har stadig kommet til siden starten.

6. Det teknologiske systemet for bioenergi

I dette kapitlet vil jeg analysere hvor det teknologiske systemet for bioenergi står i dag, med hovedfokus på pellets blant de foredlede biobrenslene. Jeg vil dessuten undersøke hva systemet trenger for å utvikle seg videre. Jeg vil se systemets behov opp mot hva de to markedsaktørene Energigården og Statoil bidrar med, og deretter analysere hvorvidt dagens myndighetsstrategi og virkemidler kan bidra til å møte systemets viktigste utfordringer.

I teorikapitlet definerte jeg det teknologiske systemet for bioenergi som vist i figur 4; *de fysiske komponentene* for produksjon, forbrenning og infrastruktur for varme; *markedsaktørene* i form av produsenter, forbrukere, organisasjoner og nettverk; og *institusjonene* i form av de formelle institusjonene myndighetsorganer og lovverk, utdanningstilbud og FoU-virksomhet, og uformelle institusjoner som utviklingsarbeid i bedrifter, normer og vaner. De to første er tett knyttet sammen ved at det er *markedsaktørene* som benytter *de fysiske komponentene* i systemet. *Institusjonene* på sin side er faktorer som tilrettelegger, regulerer og begrenser markedsaktørens bruk av komponentene.



FIGUR 4: DET TEKNOLOGISKE SYSTEMET FOR MODERNE BIOENERGI I NORGE

6.1 Fysiske komponenter

Geir Skjevraak mener at biobrenselkjelene i sentralfyrte anlegg er den teknologien innenfor bioenergi som per i dag er svakest utviklet. Sammenlignet med oljekjeler og elektrokjeler er biokjeler teknologisk underlegne og derfor både dyrere og mindre brukervennlige. Skjevraak gjør følgende sammenligning:

Hvis en elkjel koster 1 krone, så koster en oljekjel 4 kroner, og biokjelen 20 kr. Det ligger på effektiviteten, og det er mange flere operasjoner som skal til med en biokjel, og større plass.¹¹⁴

Han mener at en viktig årsak til at biokjeler er teknologisk underlegne oljekjelene er at det har vært liten etterspørsel etter dem og dermed lite teknologiutvikling, noe som gjør at med dagens kjeler er det behov for løsninger som er tilpasset den enkelte brenselstypen, og det er dermed vanskeligere å masseprodusere dem.¹¹⁵ En annen årsak er at kjøperne av biokjeler hittil først og fremst har vært skogindustri og trebearbeidende industri. De har vært mest opptatt av å utvikle kjeler som er sikre og billige, og har lagt mindre vekt på regulering og komfort. Et resultat av den umodne kjeleteknologien er at det som regel er behov for en ekstra kjel stående ved siden av som teknisk reserve for å øke driftssikkerheten. Men Skjevraak påpeker at det har foregått mye utviklingsarbeid de siste årene for å gjøre biokjelen til et jevnbyrdig produkt med oljekjelen. I tillegg har datateknologien blitt mer avansert og samtidig billigere og lettere tilgjengelig de siste 10-15 årene, noe som kommer biokjelutviklingen til gode.

For eksempel komponenter til å måle røyk og kvalitet, før var de så dyre at du bare kunne ha dem på kjempestore anlegg, nå har de blitt så billige at du kan ha dem på en skole hvis du vil.¹¹⁶

Hohle mener at den raske teknologiutviklingen som følge av blant annet økt bruk av digitale styringsmekanismer i tillegg til å gjøre komponentene billigere har skapt større fleksibilitet, høyere virkningsgrad og gjort det lettere å håndtere og betjene maskiner og anlegg.¹¹⁷

Mesteparten av foredlingsanlegg, kjelanlegg og andre komponenter til brenselsprosessen som brukes i Norge importeres fra utlandet, og fabrikantene har et titalls salgsdistributører i Norge (Soma & Lunnan 2001). Det er imidlertid flere norske utviklingsprosjekter i gang på teknologisiden. Den første norske pelletsovnene lages i

¹¹⁴ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

¹¹⁵ Samtale, Geir Skjevraak, 21.06.04

¹¹⁶ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

¹¹⁷ Intervju, Erik Eid Hohle, daglig leder av Energigården, 01.04.05

Jostedalen og ble lansert i markedet i 2005¹¹⁸, et norskutviklet matesystem gjør det mulig å bruke gamle oljelagringstanker til lagring av pellets¹¹⁹, og Hadeland Peisindustri AS på Harestua har i samarbeid med flere andre industriforetak og Bioregion Hadeland utviklet en vedovn med et ”rundbrenningssystem” som gjør at den kan brenne i åtte timer uten påfyll.¹²⁰ Hohle tror at Norge har mulighet til å utvikle spesialkompetanse på punktoppvarmingsteknologi, fordi landet har lang og bred erfaring med bruk av peis og ovn i husholdningene, sammenlignet med for eksempel Sverige og Danmark der det er langt vanligere med sentralvarme.¹²¹

6.2 Markedsaktører

Råstoff og foredling

Pelletsprodusenter i Norge kjøper i all hovedsak råstoff fra avfallsprodukter fra sagbruk og treforedlingsindustri. Men råstofftilgangen fra industrien er ustabil på grunn av konkurranse om råstoffet, først og fremst med sponplateprodusentene. Enova (2003) mener derfor at det er behov for å ta i bruk skogsvirke og skogsavfall som greiner, topper og tynningsvirke som råstoff for pellets og annen bioenergi, for å få til en storskala produksjon som kan gi konkurransedyktige priser. En årsak til at skogsavfall brukes lite er at det foreløpig er dyrere og at trevirket som industrien leverer holder en lav fuktighetsgrad som er nødvendig for at virket skal kunne brukes til videreforedling til biobrensel. Skogsavfall må tørkes før det kan brukes og dette utgjør en merkostnad og et ekstra ledd. Sammenlignet med Sverige er det nesten ikke tatt i bruk skogsavfall til bioenergiproduksjon i Norge. Håvard Risnes i Enova mener at ett av problemene med å få økte leveranser av skogsavfall til bioenergi er at skogeierne mangler erfaringsgrunnlag og kunnskap om å produsere tømmer til energiflis, pellets eller briketter.¹²² Ett unntak er fyringsanlegget til Gardermoen Lufthavn som bruker flis av skogsavfall levert hovedsakelig av en skogsentreprenør og en skogeierforening.¹²³ Det er flere samarbeidsprosjekter mellom skogeiere og energiselskaper under planlegging¹²⁴, og i

¹¹⁸ Artikkelen ”Pangstart for det første norske pelletsommen”, av Lars Kristian Solem, Sogn Avis sin nettside: http://www.sognavis.no/lokale_nyhende/article1430412.ece (18.03.05)

¹¹⁹ Artikkelen ”Gründer til topps”, av Hanne Wien, Asker og Bærums Budstikke sin nettside: <http://www.budstikka.no/redaksjonelt/nyheter/article.jhtml?articleID=147044> (18.03.05)

¹²⁰ Artikkelen ”Utvikler framtidens vedovn”, BIOREG Hadelands nettside: <http://www.bioreg.no/mikropublish/viewarticle.php?id=17> (18.03.05)

¹²¹ Intervju, Erik Eid Hohle, daglig leder av Energigården, 01.04.05

¹²² Intervju, Håvard Risnes, 02.03.04

¹²³ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

¹²⁴ Viken Skogs nettside: <http://www.viken.skog.no/sid1.asp?target=/fulltekst.asp?ID=566> (21.03.05)

tillegg til skogeierne er avfallsselskapene en voksende råstoffleverandør, ettersom et økt fokus på materialgjenvinning framfor deponering gjør det lønnsomt å sortere ut og selge returtrevirket (Soma & Lunnan 2001).

Det er i dag 13 pelletsfabrikker som produserer pellets basert på trevirke i Norge.¹²⁵ Produksjonen ble omtrent doblet fra 2003 til 2004.¹²⁶ Produksjonsanleggene har en samlet kapasitet til å produsere omtrent dobbelt så mye som dagens volum som er på 50.000 tonn, men lav etterspørsel forhindrer full kapasitetsutnyttelse, noe som igjen gir reduserte stordriftsfordeler (Nashoug & Pedersen 2004).

Salgskanaler og sluttbrukermarked

Sluttbrukermarkedet for varme i Norge er dominert av elektrisk oppvarming. Det har blitt anslått at det fantes rundt et par millioner vedovner og peiser og kun noen hundre pelletskaminer i norske hjem i 2000 (Soma & Lunnan 2001). Men da elektrisitetsprisen ble opp mot fordoblet vinteren 2002/2003¹²⁷ økte etterspørselen etter alternative oppvarmingskilder, og fra 2001 til 2004 ble det solgt over 4000 pelletskaminer.¹²⁸ I tillegg har andelen nye eneboliger som installerer vannbåren varme økt. De økte prisene skyldtes en kombinasjon av mindre vannkraftproduksjon på grunn av lite regn og høyere forbruk av elektrisitet på grunn av kalde vintre.¹²⁹ I 2003 og 2004 ble det også solgt nesten 100 pelletsfyringskjeler av ulik effektgrad. I tillegg steg vedsalget, og salget av fyringsoljer¹³⁰ steg i desember måned 2002 med nesten 90 % sammenlignet med samme måned i 2001.¹³¹ Pelletssalget er i stadig utvikling og økte med 60 % fra 2003 til 2004.¹³² Men ettersom produksjonen øker mer enn etterspørselen blir overskuddet lagret eller eksportert til andre

¹²⁵ Artikkelen "Staten skapte krise for biovarme" av Arne Hofseth i Bergens Tidende, 21.03.05:

<http://www.bt.no/okonomi/neringsliv/article.jhtml?articleID=351953>

¹²⁶ Pris- og salgsstatistikk for bioenergi i Norge 2003-2004 utarbeidet av NoBio. NoBios nettside:

<http://www.nobio.no/fileupl/Pris-og%20salgsstatistikk%20for%20bioenergi%20i%20Norge%202003-2004.PUB.pdf> (22.03.05)

¹²⁷ SSBs nettside: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energi/> (19.01.05)

¹²⁸ Pris- og salgsstatistikk for bioenergi i Norge 2003-2004 utarbeidet av NoBio. NoBios nettside:

<http://www.nobio.no/fileupl/Pris-og%20salgsstatistikk%20for%20bioenergi%20i%20Norge%202003-2004.PUB.pdf> (22.03.05)

¹²⁹ Den norske elprisen har ligget 30-45 prosent under gjennomsnittet i Europa de siste ti årene. Vinteren 2003 lå den litt høyere, omtrent på nivå med Tyskland og Nederland, men fortsatt lavere enn Danmark. Kilde: Artikkelen "Tre ganger så dyr strøm som i Finland" av Nina Kraugerud og Egil Erlandsen, Dagbladet, 08.01.03:

<http://www.dagbladet.no/nyheter/2003/01/08/358038.html>

¹³⁰ Oljefyring utgjør hoveddelen av det samlede klimagassutslippet fra stasjonære energikilder på fastlandet, som står for 7-11 % av de totale klimagassutslippene i Norge. Kilde: Stortingsmelding nr.29 (1998-99):

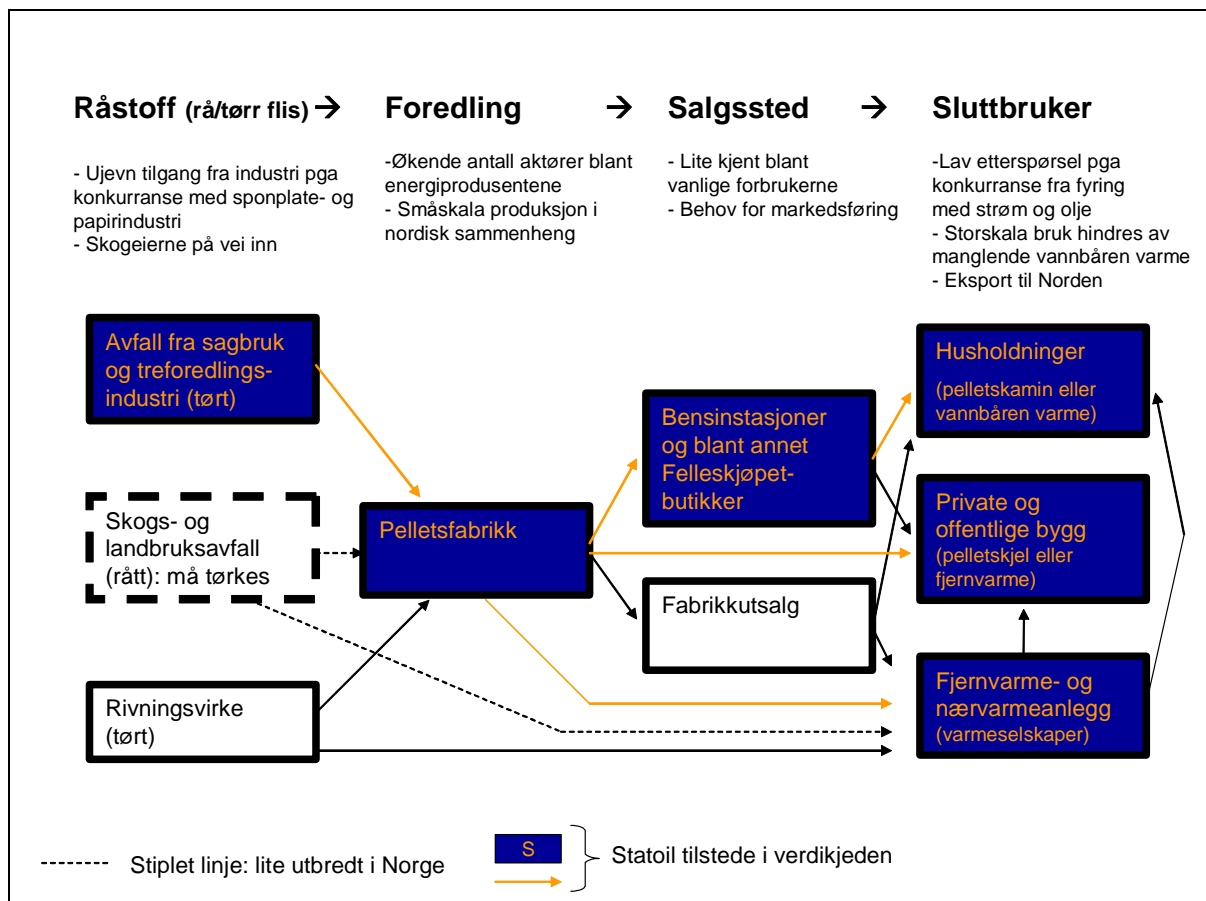
<http://www.odin.dep.no/oed/norsk/publ/stmeld/026005-040003.html> (28.07.04)

¹³¹ SSBs nettside: <http://www.ssb.no/klimagassn/arkiv/> (17.05.05)

¹³² Pris- og salgsstatistikk for bioenergi i Norge 2003-2004 utarbeidet av NoBio. NoBios nettside:

<http://www.nobio.no/fileupl/Pris-og%20salgsstatistikk%20for%20bioenergi%20i%20Norge%202003-2004.PUB.pdf> (22.03.05)

nordiske land.¹³³ Det er i ferd med å etablere seg et distribusjonsnettverk for private forbrukere på bensinstasjoner, på Felleskjøpet og diverse andre utsalgssteder. Men for å øke avsetningen har det vokst fram flere *totalleverandører* av biovarme. Dette er selskaper som tilbyr en totalpakke med installering av biokjelanlegg for sentraloppvarming, levering av biobrensel i form av pellets, briketter eller flis, og drift og vedlikehold, til næringsbygg, borettslag og boligkomplekser (Soma & Lunnan 2001). Det største forbruket av moderne biobrensel foregår i mindre, lokale varmesentraler og noe i fjernvarmeanlegg, og det er de små og mellomstore sentralene som ser ut til å ha det største vekstpotensialet framover (Enova 2003). Figur 5 oppsummerer verdikjeden for pellets i Norge med ulike typer markedsaktører og viser at Statoil enten er til stede eller har gode avtaler med andre aktører i alle ledd.



FIGUR 5: FORENKLET VERDIKJEDE FOR PELLETS I NORGE

¹³³ Intervju, Geir Skjevraak, 25.08.04

6.3 Institusjoner

Myndighetsaktører og institusjonelle rammer

Stortinget har vedtatt et mål om å skaffe til veie 10 TWh fornybar energi innen 2010¹³⁴. En uttalt årsak til satsningen på nye fornybare energikilder er at vannkraften er en ustabil energikilde fordi den er avhengig av en relativt stabil nedbørsmengde, og for å møte det økende energibehovet uten å bygge ut flere storstilte vannkraftverk.¹³⁵ Minimum 4 av 10 TWh skal være fornybar *varme*, hvorav det er forventet at om lag halvparten vil komme fra bioenergi (Enova 2003). Under behandlingen av Stortingsmelding nr. 18 (2003-2004) om forsyningssikkerheten for strøm skrev energi- og miljøkomiteen i sin innstilling blant annet følgende ord om biobrensel:

Komiteens flertall, alle unntatt medlemmene fra Fremskrittspartiet, mener at effektiv utnyttelse av biobrensel er en viktig forutsetning for å oppnå en miljøvennlig omlegging av energiforsyningen, der økt bruk av miljøvennlig varme til erstatning for elektrisk oppvarming står sentralt.¹³⁶

I 1997 ble det satt ned et interdepartementalt arbeidsutvalg for bioenergi som omfattet Olje- og energidepartementet, Landbruksdepartementet og Miljøverndepartementet. I utvalgets rapport står det at regjeringens motiver for å satse på bioenergi er; å bedre miljøet, mulighet for næringsutvikling, spesielt regionalt, og økt energifleksibilitet.¹³⁷ Utvalget anbefalte hovedsakelig at myndighetene burde opprette økonomisk støtte til både *ressurssiden*, *transportsiden* og *brukersiden*, og til utvikling av infrastruktur for vannbåren varme. Støtten ble administrert av NVE med støtte fra de lokale enøksentrene, men Enova overtok oppgaven da det ble opprettet i 2002.

Enova og Husbanken

Enova SF ble opprettet som et statsforetak under Olje- og Energidepartementet i 2002, og er et viktig ledd i regjeringens strategi for en miljøvennlig energiomlegging. Enova har ansvaret for Energifondet og de økonomiske virkemidlene, og skal selv velge virkemidler for å nå

¹³⁴ Stortingsmelding nr.29 (1998-99): Odins nettside:

<http://www.odin.dep.no/oed/norsk/publ/stmeld/026005-040003.html> (28.07.04)

¹³⁵ Foredrag, Øyvind Håbrekke, 17.06.04.

¹³⁶ Innstilling S nr. 181 (2003-2004): side 13. Stortingets nettside:

<http://www.stortinget.no/inns/2003/pdf/inns-200304-181.pdf> (09.03.05)

¹³⁷ Odin nettside: <http://odin.dep.no/oed/publ/rapporter/026005-990007/dok-bu.html> (15.06.04)

målet om 4 TWh vannbåren varme innen 2010 på en mest mulig kostnadseffektiv måte.¹³⁸ Hovedstrategien til statsforetaket er å bevilge økonomisk investeringsstøtte til blant annet produksjon av og infrastruktur for fornybar varme, og bioenergi er blant de prioriterte energikildene. I tillegg driver Enova en betydelig informasjons- og rådgivningstjeneste i samarbeid med de regionale enøkssentrene om energisparing, fornybar energi og vannbåren varme mot kommuner, bedrifter, byggeiere, driftspersonell, energirådgivere og forbrukere.

Enova har valgt å rette sin økonomiske støtte til bioenergi først og fremst mot *storskala produksjon*, og jobber blant annet mot skogeierforeninger og energiselskap. De er opptatt av å øke Norges produksjon av foredlet bioenergi, for eksempel pellets, og ser gjerne at produktene eksporteres til det voksende pelletsmarkedet i Nord-Europa og Canada mens etterspørselen bygger seg opp i det norske markedet.¹³⁹ Enova gir også støtte til sammenslåing av mindre varmesentraler som produserer mer enn en viss mengde energi per år.¹⁴⁰ I tillegg til støtteordningene er Enova også involvert i kurs- og konferansevirksomhet og kompetanseheving i samarbeid med andre aktører. Når det gjelder informasjonsarbeid mot publikum driver Enova en opplysningstelefon for energispørsmål rettet mot husholdninger og næringsliv, og gjennomfører ulike kampanjer for miljøvennlig varme mot de samme gruppene.

Husbanken ligger under Kommunal- og regionaldepartementet og er en del av det statlige virkemiddelapparatet for en mer miljøvennlig boligbygging. Husbanken kan gi tilleggs lån og tilskudd til miljøvennlige oppvarmingsløsninger i nybygg, for eksempel vann- eller luftbåren gulvvarme fra ikke-forurensende energikilder. Det kan også bevilges støtte til utbedringstiltak som reduserer energibruken i eksisterende boliger.¹⁴¹

Program for bioenergi i landbruket

I 2003 opprettet Landbruksdepartementet et program for økt verdiskaping innen bioenergi fra landbruket (Innovasjon Norge 2004). Programmet administreres av Innovasjon Norge og har hatt et fond med en årlig bevilgning på mellom 15 og 18 millioner kroner. Målet er å stimulere bønder og skogeiere til å starte med småskala produksjon av bioenergi til eget bruk, for salg til for eksempel lokalsamfunnet som tilleggsnæring og å levere råstoff til foredling. Dette blir kalt *bondevarme* etter inspirasjon fra Sverige der det kalles *farmarenergi* og er

¹³⁸ Strategi for utbygging av vannbåren varme 2002, OED. Odin nettside:

http://odin.dep.no/filarkiv/158694/Strategi_for_vannbaren_varme02.pdf (06.03.05)

¹³⁹ Intervju, Håvard Risnes, 03.02.04

¹⁴⁰ Enovas nettside: <http://www.enova.no/?itemid=1915> (07.05.05)

¹⁴¹ OED 2002, Strategi for utbygging av vannbåren varme. Odin nettside:

http://odin.dep.no/filarkiv/158694/Strategi_for_vannbaren_varme02.pdf (08.03.05)

relativt utbredt. Midlene tildeles som investerings- og etableringsstøtte til prosjekter som kan bidra til at produksjon, lagring eller distribusjon av skogsvirke til biobrensel blir konkurransedyktig. Antallet søkere til fondet har vært lavere enn forventet og Innovasjon Norge mener at årsaken kan være at mange potensielle søkere til programmet mener at rammebetingelser er for usikre eller at det er mangel på spesialkompetanse.

Lovverk

Lovverket som regulerer produksjon og bruk av biobrensel er hovedsakelig forurensningsloven, plan- og bygningsloven, energiloven, arbeidsmiljøloven, brannlovgiving og diverse forskrifter under disse lovene (Soma & Noreng 2001). Avhengig av størrelsen på anlegget og beliggenheten i forhold til bebyggelse må biobrenselanlegg søke om tillatelse fra Statens Forurensningstilsyn (SFT) om utslipp til luft, vann og støy. Inntil for noen år siden har bioenergi produsenter og brukere forholdt seg til det generelle lovverket for forurensning, men ettersom forbrenning av både avfall og bioenergi er i vekst er nye forskrifter for blant annet små og mellomstore forbrenningsanlegg under utvikling.

Når det gjelder bruk av vannbåren varme er det pålagt for nye, statlige bygg på over 1000 m² å bygge vannbårne varmesystemer.¹⁴² Det har kommet forslag om å utvide denne regelen til å gjelde alle *offentlige* bygg på den samme størrelsen, eller *alle* bygg, også private. I plan- og bygningsloven er det nedfelt at kommunene kan vedta å pålegge en *tilknytningsplikt* for alle nye bygninger som bygges i et område der det er fjernvarmenett.¹⁴³ I energiloven er prisen på fjernvarme regulert slik at den ikke skal overstige prisen for elektrisk oppvarming i vedkommende forsyningsområde.¹⁴⁴

Forskningsaktører og utdanningstilbud

NTNU, SINTEF og Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) på Ås, har viktige fagmiljøer innen bioenergi. Når det gjelder undervisningstilbud inngår bioenergi i sivilingeniørstudiet *Energi og miljø* ved NTNU og ved UMB ble det opprettet et eget bioenergi kurs i 2005. NTNU og SINTEF opprettet i 2004 et eget tverrfaglig forskningssenter, kalt Senter for Fornybar Energi (SFFE) som skal fremme utvikling av norsk teknologi for bærekraftig energiomvandling for et nasjonalt og internasjonalt marked, for økt verdiskaping i

¹⁴² OED 2002, Strategi for utbygging av vannbåren varme. Odin nettside:

http://odin.dep.no/filarkiv/158694/Strategi_for_vannbaren_varme02.pdf (08.03.05)

¹⁴³ Plan- og bygningslov, § 66a.

Lovdatas nettside: <http://www.lovdato.no/all/tl-19850614-077-013.html#66a> (08.03.05)

¹⁴⁴ Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi (energiloven), § 5-5.

Lovdatas nettside: <http://www.lovdato.no/all/tl-19900629-050-005.html#5-3> (08.03.05)

Norge og bidra til at norsk industri blir verdensledende innen flere fornybare energikildeteknologier. SFFE samler de ulike fagmiljøene fra de to institusjonene og tilbyr studier og forskning, samtidig som de ønsker å bli en informasjonsbank for energiforskningsmiljøet i Norge.¹⁴⁵ Norges Forskningsråd har nylig samlet sin støtte til energiforskning i et felles program kalt "RENERGI- Fremtidens rene energisystem" som hadde et budsjett på 150 millioner kroner i 2004 (Norges Forskningsråd 2004). Her er bioenergi en del av forskningsområdene *Fornybar energiproduksjon* og *Energisystemer*.

Normer og vaner hos forbrukere

Norske forbrukere har i flere generasjoner vært vant til å bruke elektrisitet til oppvarming. Hovedårsaken til dette er landets rike tilgang på vannkraft og billig elektrisitet. En grunn til elektrisitetssystemets sterke stilling i Norge kan være at folk har en idé og et bilde av Norge som "en stor vannkraftnasjon". Grunnskolens historiebøker forteller at vannkraft muliggjorde industrialisering av det gamle bondesamfunnet og at vannkraft derfor er hovedårsaken til at Norge utviklet seg fra å være nærmest et utviklingsland til å bli et industriland (se for eksempel Eriksen 1993, Slagstad 1998). Ideen om "vannkraftens velsignelse" er veletablert og kan sees på som en slags diskurs¹⁴⁶ om den nære, norske historien og som en viktig del av landets nasjonale identitet. Dette har bidratt til å skape en norm om at det greit å bruke elektrisitet til oppvarming i Norge fordi vi har så mye vannkraft, på tross av at elektrisitet er en høyt foredlet og mangelfull vare i de fleste land. Normene, vanene og kunnskapen om elektrisk oppvarming står sterkt i det norske samfunnet, men etter flere vintre med økte elpriser er det i ferd med å skje en bevissthetsendring om at andre varmekilder er mer energieffektive og i mange tilfeller billigere. Økonomiske incentiver er en drivkraft for endring av vaner og normer hos forbrukere, men ettersom holdningsendringer er en langsom prosess (Kemp 1994) er det avgjørende at elprisene holder seg høye over flere år før folk går til det skrittet å endre handlingsmønstre.

6.4 Utviklings- og teknologioverføringsfasen for bioenergisystemet

De ulike fasene i oppbyggingen av store teknologiske systemer (Hughes 1983) kan til en viss grad sammenlignes med fasene i produktlivssyklusen (Hirsch 1967, Dicken 1998), men det

¹⁴⁵ Senter for Fornybar Energi sin nettside: <http://www.ntnu.no/sffe/> (08.03.05)

¹⁴⁶ "En diskurs er en bestemt måte at tale om og forstå verden (eller et utsnitt av verden) på" (Jørgensen og Philips 1999:9)

kan ofte forekomme en ”faseforsyvning” mellom produkt og prosess. Da Hirsch laget sin produktlivssyklus i 1967 var ideen om teknologiske systemer ikke kjent. Jeg vil derfor bruke utviklingsfasene for produkt og system sammen eller parallelt i det følgende. Selv om disse utviklingsfasene kan sammenlignes er det viktig å understreke at det er snakk om to svært ulike analysenivåer, og at utviklingen av enkeltprodukter er en mindre komplisert affære enn utviklingen av et helt system med mange ulike komponenter og aktører. Samtidig er det mange ulike produkter som er relativt avhengige av at det utvikles og utbres et system av fysisk og institusjonell infrastruktur. Mangel på en systemisk dimensjon er nettopp en viktig del av problemet for pellets i Norge i dag. På samme måte er mangel på etterspørsel etter produktet en hindring for å sette i gang med en stor utbygging av nødvendig infrastruktur. Jeg ser først og fremst på hele det teknologiske systemet for bioenergi, men produktet pellets er en svært viktig komponent i systemet og deres utvikling henger derfor sammen.

- Hvordan har bioenergisystemet kommet dit det er i dag?

Som vist i kapittel 4 ble biobrensel i form av ved gradvis utkonkurrert av elektrisk oppvarming i tiårene etter den andre verdenskrig. Men som en reaksjon på de internasjonale oljekrisene på 1970-tallet ble det utviklet en ny form for moderne og mer effektiv bioenergi i form av trevirke foredlet til pellets og briketter. De andre fornybare energikildene fikk også et oppsving på slutten av 70- og begynnelsen av 80-tallet, etter hvert som det ble kjent at bruk av fossile brensler kunne skape globale klimaendringer. I Norge hadde det i tillegg vokst fram en motstand mot den storstilte utbyggingen av vannkraft. Behovet for alternative energikilder og press fra miljøbevegelsen førte til at myndighetene bevilget økonomisk støtte til FoU innen bølgekraft, bioenergi, solenergi og vindkraft, men støtten ble redusert etter få år (Christiansen 2002).

Når bioenergi nå er i ferd med å etablere seg som et teknologisk system i Norge, er det ikke på grunn av, men snarere på tross av myndighetenes innsats. Det lille som har vokst opp av produksjon og bruk av foredlet biobrensel i Norge sammenlignet med resten av Norden, springer ut av en lang tradisjon for bruk av *ved* til oppvarming. Det har vært vanlig i Norge å være selvforsynt med ved fra egen skog, og at skogeiere solgte ved til folk i bygda som ikke hadde tilgang til brensel fra egen eiendom. Spredt bosetning har gjort at Norge ikke har fått den samme utviklingen av fellesdrevne varmesentraler som for eksempel Sverige og Danmark. Da elektrisitetsnettet var bygd ut til nesten alle innbyggere i 1965 (Johannessen 1992) og elektrisiteten var relativt mye rimeligere her til lands sammenlignet med i resten av Norden, ble det vanlig å varme opp hus med elektrisk panelovn. Men de fleste bevarte

vedovnene og hadde dermed muligheten til å veksle mellom ved og el. Etter hvert som det ble veletablert og ”selvfølgelig” med elektrisk oppvarming ble stadig flere nye hus bygget uten pipeløp og dermed uten andre fyringsmuligheter enn el. Likevel er tradisjonen med vedfyring og ”peiskos” viktig i Norge og vi har langt flere punktvarmekilder for ved i forhold til innbyggertallet enn Sverige.¹⁴⁷ Etter hvert som lokal luftforurensning fra vedfyring ble identifisert som et problem, spesielt i tettbygde strøk, begynte ovnsprodusentene å forbedre forbrenningsprosessen og utviklet såkalte *rentbrennende* ovner, og da pelletsteknologien ble utviklet ble forbrenningen enda mer effektiv og ga mindre forurensning. Fra midten av 1980-tallet med blant annet opprettelsen av Norsk Bioenergiforening og begynnelsen av 90-tallet med etableringen av Energigården ble det mer fart i etableringen av moderne bioenergi i Norge.

Utviklingsfase for enkeltprodukter

I følge produktlivssyklusen er utviklingsfasen for produkter som oftest lite kapitalintensive, men krever mye vitenskapelig og ingeniørbasert kunnskap (Hirsch 1967). Hirsch mener at det er avgjørende for aktører som vil delta i den tidlige fasen til et produkt at de har *vite-hvordan-kunnskap*, det vil si praktiske ferdigheter knyttet til produksjon og bruk av produktet. Fordi Energigårdens ansatte har både ingeniørbasert kunnskap om bioenergi, erfaring fra arbeid med bioenergi i foreninger og forvaltning, og praktiske erfaringer fra bruk av bioenergi på gården har Energigården vært en viktig aktør i denne utviklingsfasen. En karakteristikk ved etterspørselsforholdene i den tidlige utviklingsfasen er at kvalitet og pris på de etablerte produktene avgjør kundenes forventninger til det nye produktet (Hirsch 1967). I utviklingsfasen til moderne biobrensel i Norge har det vært en lav etterspørsel, og dette er hovedsaklig betinget av at forbrukerne sammenligner biobrensel med de etablerte oppvarmingskildene elektrisitet og fyringsolje som har holdt en lavere pris og bedre kvalitet.

Kombinert utviklings- og teknologioverføringfase for systemet

Når det gjelder systemet som helhet mener Hughes (1983) at når et teknologisk system er over den første oppfinnelses- og utviklingsfasen på *ett sted* vil det vanligvis komme en *teknologioverføringsfase* der systemet overføres og forsøkes tilpasset og etablert på et nytt sted. Det norske teknologiske systemet for moderne bioenergi har vokst fram sakte men sikkert de siste 20 årene. Men ettersom Norge ikke var det første landet der det har blitt

¹⁴⁷ OED-Rapport fra det interdepartementale arbeidsutvalg for bioenergi. Odin nettside: <http://odin.dep.no/oed/publ/rapporter/026005-990007/dok-bu.html> (15.06.04)

bygget opp et teknologisk system for bioenergi kan man kanskje ikke kalle denne perioden en *ren* oppfinnelse- og utviklingsfase slik Hughes beskriver, men snarere en *utviklingsfase* der det samtidig har foregått *teknologioverføring* fra andre land hvor systemet var mer utviklet og etablert. For Norges vedkommende er dette først og fremst fra Sverige som er vår nærmeste nabo og samtidig ett av de landene i Europa som har kommet lengst med å etablere et teknologisk system for bioenergi.¹⁴⁸

Energigården – oppfinner-entreprenør?

Ettersom 20-årsperioden fram til nå har vært en utviklingsfase for en norsk versjon av det teknologiske systemet for bioenergi, har det i følge Hughes (1983) vært et stort behov for oppfinner-entreprenører. Energigården, men kanskje først og fremst gründer og daglig leder, Erik Eid Hohle, kan karakteriseres som en slik aktør. For det første har Hohle fra opprettelsen av Energigården hatt en sentral visjon om å bidra til å utvikle det teknologiske systemet for bioenergi som helhet. Han har ikke funnet opp sine egne komponenter slik som Hughes' kroneksempel på en oppfinner-entreprenør, Thomas Alva Edison, men gjennom Energigårdens aktiviteter med testing og teknologiutvikling i samarbeid med produsenter og forskere har han bidratt til å videreutvikle tekniske komponenter og tilpasse dem til norske forhold. Edison opprettet flere selskaper for komponentproduksjon og forskning (Hughes 1983). Tilsvarende har Hohle vært med å starte opp biodrivstoffselskapet Habiol, og har bidratt aktivt gjennom det regionale nettverket Bioregion Hadeland til å utvikle et større nasjonalt forskningsprosjekt som har søkt om penger fra Forskningsrådet i 2005.

I likhet med Edison har Hohle også bidratt sterkt til å danne nettverk av ressurspersoner, pådrivere, forskere, myndigheter og markedsaktører som samlet har en bred kunnskapsbase som mange har behov for å dra veksler på i den komplekse og flerdimensjonale utviklingen av et stort teknologisk system. Innovasjon og læring er en interaktiv prosess (Lundvall & Johnson 1994) og derfor er nettverk og relasjoner spesielt viktig for en ung teknologi som er under utvikling. Energigården har gjennom mange år bidratt aktivt til å bygge opp omfattende nettverk mellom bedrifter, offentlige institusjoner og organisasjoner på ulike geografiske nivåer. Hohle begrunner viktigheten av nettverksbygging slik:

¹⁴⁸ OED-Rapport fra det interdepartementale arbeidsutvalg for bioenergi. Odin nettside: <http://odin.dep.no/oed/publ/rapporter/026005-990007/dok-bu.html> (15.06.04)

Nettverk er det aller viktigste for å kunne komme på banen. Hver for seg er bioenergiaktørene små og produksjonen er desentralisert. Derfor er det viktig med forbindelser for å utveksle kunnskap og stå sterkere. Og for å kunne samles og jobbe politisk. Uten nettverk kunne vi ikke holdt på, da hadde det ikke blitt noe. Og fagmiljøet er såpass lite at vi har behov for å samarbeide med utlandet.¹⁴⁹

Flere av nettverkene startet som uformelle nettverk, men er etter hvert blitt institusjonalisert. Dette gjelder for eksempel Hadelandregionens satsning Bioregion, den nasjonale bioenergiforeningen NoBio, og samarbeidsprosjekter mellom nordiske aktører. Jacobsson og Johnsson (2000) mener at det er viktig at nettverk har god informasjonspredning, og Energigården fungerer ofte som en slags kjerne i nettverket, en møteplass for utveksling av eksplisitt og taus kunnskap om ulike sider ved bioenergi. Det er viktig for det teknologiske systemet at nettverket er i stand til å identifisere nye problemer og utvikle nye tekniske løsninger. Energigården bidrar til dette ved å eksperimentere og teste maskiner og utstyr i samarbeid med blant annet produsenter og andre brukere.

Ved å jobbe på disse ulike nivåene samtidig har Energigården opparbeidet seg bred kunnskap om bransjen, markedet og de politiske myndighetsinstitusjonenes rammebetingelser for bioenergi. Kunnskapen Energigården opparbeider seg ved å delta i ulike fora virker tilbake på opprettelsen av nye aktiviteter som settes i gang for å bidra til å fremme utviklingen i positiv retning. Denne rollen som en *liten aktør med stor kunnskap* og oversikt over barrierer og muligheter gjør at Energigården er i stand til å være fleksibel, dynamisk og innovativ.

Det unge teknologiske systemet for bioenergi har behov for at det foregår en kontinuerlig teknologisk og institusjonell innovasjonsprosess på mange plan og Energigården bidrar med mange former for kunnskap til disse prosessene. *Faktakunnskap* og *vitenskapelig kunnskap* om ulike aspekter ved bioenergi formidles gjennom kurs, omvisninger, utredninger, konsulentoppdrag, den omfattende læreboken i bioenergi, og undervisningstilbudene Energigården tok initiativet til i samarbeid med UMB og en finsk høyskole. Vitenskapelig kunnskap utvikles også videre i forskningsprosjekter og eksperimenter de foretar selv eller som de deltar i. *Kunnskap om hvem/hvor/når* sprer Energigården gjennom lokal, regional og nasjonal nettverksbygging, og *ferdigheter* utvikles gjennom egen bruk av maskiner og anlegg og gjennom testing av dyrkingsmetoder og teknologiutvikling. Energigården bidrar altså til at alle Lundvalls og Johnsons (1994) kategorier av kunnskap utvikles og spres til både markedsaktører, produsenter og forbrukere, og til institusjoner regionalt og nasjonalt. Spesielt viktig for konkret teknologiutvikling er tette relasjoner mellom bruker og produsent (Lundvall

¹⁴⁹ Intervju, Erik Eid Hohle, 01.04.05

1988), noe Energigården utvikler som aktiv bruker med nær kontakt og samhandling med både kommersielle utstysprodusenter og forskere.

Hughes (1983) mener at det er behov for denne typen mangfoldige og ressurssterke oppfinner-entreprenører som Energigården og Hohle i utviklingsfasen til et stort system fordi noen må holde oversikt og sørge for at de rette ressursene settes inn etter hvert som utviklingsprosessen endrer karakter og nye behov melder seg. Det er derfor viktig at det finnes aktører som er med fra starten, som holder ut selv om prosessen er langsom og innviklet, og som i tillegg er dynamiske og i stand til å fornye sine aktiviteter og strategier etter hva systemet trenger på de ulike stadiene.

Overføring av teknologi og kunnskap fra Sverige og andre land for å utvikle bioenergi i Norge har ikke nødvendigvis skjedd som en *direkte* overføring, men norske aktører har sannsynligvis hentet erfaringer og fått inspirasjon fra nabolandet og andre land. Men for å overføre teknologien og etablere systemet i Norge har det vært behov for mange typer endringsaktører som Hughes (1983) mener er sentrale i teknologioverføringsfasen; det vil si oppfinnere, entreprenører, firmaorganisatorer og investorer, for å tilpasse systemet til den norske konteksten. Etter hvert som den norske bioenergibransjen har vokst fram har disse aktørtypene funnet sammen og dannet nettverk og bedrifter. Ut fra beskrivelsen av de tre hovedelementene i det norske teknologiske systemet for bioenergi i begynnelsen av dette kapitlet, mener jeg at systemet i dag begynner å få en viss struktur og jeg mener at det er i ferd med å komme over i en *systemvekstfase*.

6.5 Systemvekstfasens behov og pådrivere

Hovedutfordringen med å få bioenergisystemet over i *systemvekstfasen* er at det er behov for en viss etterspørsel etter produktene (Hughes 1983), noe som er vanskelig i Norge fordi det er mangel på vannbåren infrastruktur. Utbygging av infrastruktur for vannbåren varme internt i hus og utbygging av nær- og fjernvarme mellom hus har økt betydelig de siste årene, men transformasjonen er allikevel treg. Dette er en ond sirkel som mange nye systemteknologier møter. Likevel er mange av de nødvendige elementene til stede for at etterspørselen skal øke og systemet skal vokse. Brukertechnologien er blitt forenklet med automatisering og digitalisering av styringssystemer. Samtidig har de siste års prissvingninger på elektrisitet økt bevisstheten hos forbrukerne om at elektrisk oppvarming kan variere mye i pris og gi uforutsigbare kostnader. I tillegg har det vært en jevn stigning i oljeprisene over en periode og mange ser seg derfor om etter alternative varmekilder.

Etableringen av et nytt teknologisk system er komplisert og tidkrevende. I tillegg til konkret arbeid for videreutvikling av konkrete biobrenselteknologier jobber Energigården med å utvikle og spre det teknologiske systemet for bioenergi generelt gjennom nettverksarbeid, informasjonsspredning, kunnskaps- og kompetanseheving, og gjennom politisk påvirkningsarbeid. Dette er områder som det er behov for å forbedre dersom bioenergi skal komme over i vekstfasen.

Pellets på vei over i vekstfasen

Ettersom pellets produseres av et økende antall konkurrerende firmaer i Norge og salget av pelletskaminer og pelletsfyringsanlegg har økt en del de siste årene tyder det på at produktet er på god vei inn i vekstfasen i produktlivssyklusen. I følge Hirsch (1967) vil pellets som produkt på vei over i vekstfasen ha behov for *kapital og god administrasjon og ledelse* som viktigste produksjonsfaktorer. I tillegg vil det være behov for bred spredning av produktinformasjon for at antall kjøpere skal vokse. Når det gjelder kapital, administrasjon og ledelse er dette produksjonsfaktorer som Statoil er godt i stand til å bidra med, som et stort, bemidlet firma med lang erfaring med å drive en stor og lønnsom organisasjon. Statoils ressurser kommer derfor til god nytte i pelletsproduksjonen og i det unge teknologiske systemet.

Når det gjelder behovet for markedsføring av produktet pellets har den fra Statoils side foreløpig vært nokså svak. Men det er tegn på at denne vil bli bedre framover. Behovet for økt markedsføring kan synes prekært ettersom produksjonen i Norge overskrider det innenlandske salget per i dag. Men det er ikke sikkert at økt markedsføring vil føre til økt etterspørsel med det første. Det er viktig å huske på at pellets som produkt, i tillegg til de faktorene produktlivssyklusen nevner som avgjørende på dette stadiet, er avhengig av at det teknologiske systemet for bioenergi under ett får en vekst. Behovet gjelder først og fremst spredning av teknologiske komponenter for forbrenning av pellets, som pelletskaminer og fyringsanlegg. Men det er selvfølgelig mulig for Statoil å bidra gjennom reklame til å øke husholdningenes etterspørsel etter pelletskaminer. Det er også et stort behov for et bedre utbygd apparat for distribusjon og salg av pellets fordi tilgjengelighet til brenselet øker forbrukernes mulighet for å ta det i bruk og det påvirker hvorvidt de vurderer å gå til anskaffelse av en ny oppvarmingskilde. Statoil kan også bidra til flere utsalgssteder, for eksempel ved å tilby pellets på alle sine bensinstasjoner. Det er mulig å bestille pellets fra alle stasjoner i dag, men det er mer tungvint for nye forbrukere dersom de må sette i gang denne

prosessen selv. Den viktigste måten Statoil bidrar til vekst i etterspørselen på i dag er gjennom å bygge og drive små, lokale varmesentraler i større bygg og nærvarmeanlegg.

Bioenergi på vei over i systemvekstfasen

I følge Hughes (1983) er systemvekstfasen preget av at ingeniører forsker og driver utviklingsprosesser for å finne løsninger på fundamentale problemer som skaper flaskehalser som hindrer systemets vekst. Ingeniørene i Statoil som jobber med oppbygging og drift av varmesentraler eller pelletsproduksjon, lagring eller transportering har førstehånds kunnskap om de ulike delene av det teknologiske systemet for bioenergi og bidrar sannsynligvis til å oppdage og innrapportere til maskin- og utstyrsprodusentene når det oppstår feil og mangler. Når flaskehalsene løses opp mener Hughes at etterspørsel fra forbrukere vil øke og dermed vil systemet vokse. Men dette vil ikke skje av seg selv fordi det teknologiske systemet konkurrerer om kundene til etablerte systemer som er mer brukervennlige, og som sannsynligvis tilbyr bedre kvalitet til en lavere pris fordi systemet har gått igjennom alle utviklingsfasene og blitt en moden teknologi, som forbrukerne i tillegg kjenner godt og har etablert kunnskap om og knyttet vaner og normer til. For at et nytt teknologisk system skal kunne konkurrere mot veletablerte vil det derfor være behov for at myndighetene bidrar til å utvikle de svake leddene i systemet, som i bioenergiens tilfelle først og fremst er at det er behov for bedre etterspørselsforhold.

Vi har sett at Erik Eid Hohle gjennom Energigårdens arbeid spilte en sentral rolle som oppfinner-entreprenør i den tidlige utviklingsfasen til det teknologiske systemet for bioenergi i Norge. Denne aktørtypen er spesielt viktig i den tidligste fasen, men det er fortsatt behov for Energigårdens arbeid i systemvekstfasen fordi systemutvikling er en langsom prosess med mange utfordringer. I denne fasen er kanskje Energigårdens viktigste bidrag å utvikle forskningsprosjekter og jobbe for at myndighetene skal bevilge økonomisk støtte til forskning som kan løse kritiske problemer for systemet.

Statoil - primus motor?

I følge Jacobsson og Johnson (2000) er det viktig at nye teknologiske systemer som ønsker å komme inn i markedet har noen store aktører som teknisk, finansielt og/eller politisk er sterke nok til å kunne initiere eller bidra til utviklingen og spredningen av teknologien. De kaller disse aktørene for *primus motor*, og mener de har viktige oppgaver i å promotere systemet, vekke oppmerksomhet, foreta investeringer, gi legitimitet og spre den nye teknologien. Den kanskje viktigste ressursen Statoil som et stort selskap bidrar med i bioenergisystemet er av

økonomisk art, - det vil si en storstilt investering av risikovillig kapital og en stor satsning for å få til storskala produksjon og salg av pellets.

En annen viktig ressurs som Statoil har tatt med seg inn i bioenergibransjen er av *teknisk art*, - det vil si erfaring og teknologikunnskap som de besitter i kraft av å være et stort selskap som har vært etablert i energibransjen på oljefyringssiden i mange år. Skjevraks initiativ har bidratt til å utløse potensielle ressurser innad i selskapet, ved å foreslå at de skulle opprette pelletsproduksjon og distribusjon ved å koble seg på en eksisterende materiell og organisatorisk struktur for oljefyring, og utnytte de etablerte ressursene til bioenergiens fordel.

Et tredje bidrag fra Statoil er av mer *politisk* eller *symbolsk art*. Det dreier seg om signaleffekten som selskapet sender ut ved å satse på en ny fornybar energikilde i tillegg til den tradisjonelle, ikke-fornybare olje- og gassvirksomheten. Det at Norges største selskap velger å investere betyr for mange at bioenergi er en framtidsrettet investering som vil gi avkastning, i hvert fall på sikt.

Men på tross av at selskapet investerer en del i produksjon og distribusjon av pellets i Norden har selskapet ikke profilert satsningen særlig høyt gjennom markedsføring. Erik Eid Hohle på Energigården syns at Statoils pelletssatsning er prisverdig, men at den på grunn av grunn av beskjeden markedsføring kanskje må vurderes som en "litt for godt bevart hemmelighet". Han trekker også fram at Statoil har en mer offensiv bioenergisatsning i Sverige, der selskapet visstnok har solgt biodrivstoff fra rundt 20 av sine bensinstasjoner i fem år allerede, mens det ikke finnes noen tilsvarende satsning i Norge ennå.¹⁵⁰ Teknisk Ukeblad skrev i april 2005 at Statoil intensiverer markedsføringen av bioenergi ved å bygge nye nærvarmeanlegg som øker etterspørselen etter pellets¹⁵¹, og i Sverige har Statoil våren 2005 satt i gang en reklamekampanje for å øke villaeiernes bruk av pellets.¹⁵² Men Statoils pelletssalg i Norge er fremdeles svært lavt profilert sammenlignet med fyringsolje.

Statoil har heller ikke prioritert å *jobbe politisk* for å bedre rammebetingelsene for bioenergi i Norge. Påvirkningsarbeidet blir i all hovedsak kanalisert gjennom eller overlatt til bransjeorganisasjonen Norsk Bioenergiforening. Geir Skjevra innser at bioenergibransjen er lite synlige i maktens korridorer i forhold til andre energisektorer:

¹⁵⁰ Intervju, Erik Eid Hohle, 01.04.05

¹⁵¹ Artikkelen "Brenner for bioenergi", av Anders Steensen, Teknisk Ukeblads nettside, 25.04.05:
<http://www.tu.no/nyheter/energi/article34173.ece>

¹⁵² Artikkelen "Statoil kampanjar för pellets", av Madeleine Östlund, Dagens Medias nettside, 02.05.05:
http://www.dagensmedia.se/mallar/dagensmedia_mall.asp?version=47288

Disse årene tror jeg vi har vært i departementet to ganger. To ganger har vi møtt statsråden. Det er klart at i forhold til oljegjengen og strømgjengen så er jo det forferdelig lite.¹⁵³

På tross av et uttalt ønske fra mine informanter i Statoil om bedre rammebetingelser for bioenergi, er det altså ikke en prioritert oppgave for Statoil å jobbe for å påvirke politiske myndigheter til å satse mer på bioenergi. Det ville vært en stor fordel for bioenergibransjen dersom Statoil som en stor og tung aktør hadde ønsket å bruke mer ressurser på å jobbe mer aktivt for å utvikle bransjen og forbedre rammevilkårene politisk. Medlem av Energi- og miljøkomiteen på Stortinget Ingvild Vaggen Malvik fra Sosialistisk Venstreparti fra syns det er veldig positivt at Statoil satser på bioenergi, blant annet fordi oljeselskapet har kapital til å bidra til å bygge opp bransjen.¹⁵⁴ Samtidig ønsker hun seg at Energi- og miljøkomiteen skal få større pågang fra lobbyister som jobber for fornybare energikilder, for å balansere den sterke påvirkningen fra de andre aktørene i energibransjen. Hun mener at dersom oljeselskapene som mektige næringsaktører hadde drevet lobby for fornybar energi, ville de fått større innflytelse enn miljøbevegelsen og interesseorganisasjoner som utgjør hoveddelen av dagens promotører for fornybar energi:

Jeg skulle ønske at Statoil hadde lobbet mer på oss. Jeg savner en fornybar energilobby!(...) For gudene skal vite at det er nok av lobbyister som er opptatt av tilrettelegging for gassbruk. Fossil-lobbyen er veldig sterk, så det trengs på en måte en mot-lobby.(...) Vi har jo en del kontakt med fjernvarmeforeningen og NoBio for så vidt, men i Norge blir disse organisasjonene lett betraktet som ”miljøvernere”, litt idealister! Det påvirker hvordan høyrefolk møter disse lobbyistene. I andre land så er det jo en *bransje*. Hvis Statoil kom på heftig lobbybesøk, hadde det vært strålende! Vi trenger at enkelte forstår at det er snakk om arbeidsplasser og næringsliv, at det burde være en industriell satsning!¹⁵⁵

Næringsaktørene innen nye fornybare energikilder driver lite lobbyvirksomhet mot Storting og regjering sammenlignet med andre aktører innen olje- og energibransjen. De etablerte energibransjene har derfor mulighet til å opprettholde sin posisjon fordi de i mange tilfeller har langvarig og befestet kontakt mot politikere og byråkrater. Mangel på ”fornybar-lobby” kan delvis forklares med at bransjen er ung, liten og uetablert og derfor ikke har tid eller økonomiske ressurser til å drive med den typen aktiviteter. På den annen side er lobbyisme kanskje avgjørende for at nettopp unge bransjer skal få bedre rammebetingelser og vekstvilkår. Her kunne Statoil som et stort, viktig og bemidlet oljeselskap sannsynligvis spilt

¹⁵³ Intervju, Geir Skjevra, 25.08.04

¹⁵⁴ Intervju, Ingvild Vaggen Malvik, stortingsrepresentant, SV, medlem av Energi- og miljøkomiteen, 13.10.04

¹⁵⁵ Intervju, Ingvild Vaggen Malvik, 13.10.04

en viktig rolle dersom de hadde ønsket det. Bioenergi er en liten nisjesatsning i totalbudsjettet til selskapet, men spørsmålet er om Statoil-ledelsens lave prioritering av markedsføring og lobby kan tyde på at bioenergi også er et "halvhjertet" og kortsiktig satsningsområde for selskapet? De etablerte og tradisjonelle bransjene vil i mange tilfeller ha en interesse av å hindre nye, konkurrerende teknologiske systemer å komme på banen for å opprettholde sin egen status (Freeman 1992, Kemp 1997). Det kan derfor oppleves som litt problematisk for Statoil, som i all hovedsak er et olje- og gasselskap, å jobbe for bedre vilkår for *alternativene* til de fossile brenslene. Å tilrettelegge for de nye kan av og til innebære å legge begrensninger på de etablerte, for eksempel i form av avgifter, for å hjelpe de nye frem. Dersom selskapet skal jobbe for at bioenergi skal få bedre rammevilkår vil det altså kunne føre til at deres hovedsalgsprodukt får en vanskeligere konkurransesituasjon. Statoils satsning på fornybar energi kan på den annen side tolkes som en langsiktig investering for å ha flere ben å stå på når olje- og etter hvert også gassreservoarene tømmes. For å utvikle et godt marked for nye energikilder i god tid før de fossile ressursene er brukt opp, ville det være lurt av Statoil å jobbe for gode rammer og virkemidler.

Hvis vi vender tilbake til Jacobsson og Johnssons (2000) definisjon av en primus motor-aktør i et teknologisk system sier den at det dreier seg om en stor aktør som er økonomisk, teknisk og/eller politisk sterk nok til å bidra til å utvikle systemet. Statoil er nettopp en stor aktør som bidrar til systemets utvikling ved at den er økonomisk og teknisk sterk. Statoil har også en sterk politisk stilling i Norge, men selskapet bruker ikke mye av denne styrken for å fremme bioenergi på det politiske planet. Men ettersom definisjonen påpeker at aktøren bare trenger å være sterk på ett av feltene vil jeg konkludere med at Statoil er en primus motor for bioenergisystemet i Norge.

6.6 Hvordan bidrar myndighetene til utviklingen?

Myndighetenes strategi for bioenergi inneholder virkemidler som hovedsakelig retter seg mot *foredlingsleddet* i verdikjeden, gjennom at Enova bevilger økonomisk investeringsstøtte til relativt storskala produksjon av foredlet biobrensel, først og fremst pellets. Når det gjelder *råstoffleddet* har Innovasjon Norges program for bioenergi i landbruket de siste årene gitt økonomisk støtte til prosjekter som fremmer produksjon, lagring eller distribusjon av skogsvirke til biobrensel. Når det gjelder *salgsleddet* og *sluttbrukerleddet* er myndighetenes innsats noe svakere. Enova gjennomfører informasjonskampanjer for miljøvennlig varme generelt mot husholdninger og næringsliv, og det har i perioder vært mulig å søke om tilskudd

til biobrenselanlegg og pelletskaminer. Husbanken kan gi støtte til miljøvennlige varmeløsninger i nybygg, men ordningen er lite kjent.

Christiansen (2002) har studert den norske politiske satsningen på nye fornybare energikilder og kommer med fire anbefalinger for å forbedre satsningsstrategien. Den første anbefalingen er at myndighetene bør bidra til å skape en god kombinasjon av *tilbuds-skyv* og *etterspørsels-trekk*¹⁵⁶ for å skape et stabilt og fungerende marked for fornybare energikilder. Myndighetene kan bidra til begge deler, men dagens bioenergi politikk fokuserer som vi har sett mest på å stimulere tilbudssiden. Dette har skapt en situasjon der det er overskudd av pellets i det norske markedet og produsentene selger produktene til utlandet, først og fremst til Sverige.

Det andre poenget Christiansen trekker fram er behovet for *langsiktig politikk* og *stabile rammebetingelser*, fordi utvikling og integrering av ny teknologi tar lang tid og krever forutsigbare rammer å operere innenfor.

Lack of long-term stability with respect to both programme structure and funding combines to create a rather unfavourable climate for co-operation and interaction among potential investors, technology suppliers, industrial partners, and other institutions.

(Christiansen 2002:241)

Når det gjelder mangel på langsiktighet fra myndighetenes side kan forholdene rundt elektrisitetsavgiften de siste årene tjene som et illustrerende eksempel. I januar 2004 ble elavgiften for næringsvirksomhet plutselig fjernet på ubestemt tid. Dette førte til at oppvarming med el ble billigere enn med bioenergi og at det ble en "investeringstørke" i bioenergi bransjen.¹⁵⁷ Avgiften ble gjeninnført 1. juli samme år, og er i store trekk lik den gamle elavgiften. Den største endringen er at industrien har fått en lavere avgiftssats enn før, tilsvarende minimumssatsen i EUs energiskattedirektiv, og at flere energikrevende industriprosesser fritas helt for avgiften.¹⁵⁸ Men hovedproblemet med fjerningen og gjeninnføringen av elavgiften er at det skaper en usikkerhet for markedsaktørene, som i sin tur kan føre til svakere tillit myndighetene og større usikkerhet om varigheten av rammebetingelser for energi generelt. Når myndighetene uventet kan oppheve en viktig, prisregulerende rammebetingelse som elavgiften på ubestemt tid, er det vanskelig for investorer, produsenter og kunder å vurdere den langsiktige lønnsomheten til for eksempel

¹⁵⁶ Min oversettelse av "supply-push" og "demand-pull"

¹⁵⁷ Samtale, Eirin Hong slo, 26.01.04

¹⁵⁸ Finansdepartementets nettside:

<http://odin.dep.no/fin/norsk/aktuelt/pressem/006071-070525/dok-bn.html> (17.05.05)

bioenergi, og det vil derfor være færre som tør å satse. Dersom det skulle bli politisk flertall for en *økning* i energiavgiftene ville dette kunne forbedre bioenergiens konkurransekraft mot el og olje og dermed øke etterspørselen, slik den har gjort i for eksempel Sverige og Danmark. Kemp (1997) mener at i tillegg til avgifter er det alltid nødvendig med en veldefinert og langsiktig energiteknologipolitikk dersom målet er å utvikle og spre en spesifikk energiteknologi.

Den tredje anbefalingen Christiansen (2002) trekker fram etter å ha studert Norges satsning på ny fornybar energi er at det kan være svært formålstjenlig av myndighetene å *bruke sin kjøpekraft* for å forbedre markedsmulighetene for teknologiprodusentene. Dette har norske myndigheter ikke benyttet seg av når det gjelder biobrensel så langt, men myndigheter på ulike forvaltningsnivå har bidratt med noe økonomisk støtte til utbygging av infrastruktur for nærvarme og fjernvarme, som i sin tur forbedrer etterspørselsforholdene for bioenergi.

Christiansen (2002) sin siste anbefaling går ut på å *formulere og implementere mål og virkemidler som overkommer eller fjerner barrierer* som hindrer utvikling og bruk av nye fornybare energikilder. Dersom vi legger til grunn de hovedbarrierene for bioenergi som mine informanter har påpekt, *lav etterspørsel* på grunn av svak konkurranseevne mot de etablerte energikildene og *manglende kunnskap*, mener jeg at myndighetene har valgt virkemidler som ikke vil bidra til å overkomme eller fjerne barrierene. Mine informanter er glade for opprettelsen av Enova og fornøyd med noen av tiltakene som er satt i gang, men de er misfornøyd med at hovedstrategien til statsforetaket er økonomiske støtteordninger og at det ikke er laget gode rammebetingelser for å hjelpe den nye energikilden å konkurrere med de etablerte.

Har myndighetene manglende systemforståelse?

Som nevnt i teorikapitlet mener Perez (1983) at en viktig grunn til at nye teknologier trenger lang tid før de etableres i samfunnet er at endringer i den tekno-økonomiske sfæren skjer raskere enn i den sosio-institusjonelle sfæren. Dette kommer svært tydelig fram i den norske bioenergisituasjonen. Teknologien er relativt tilgjengelig og selve *produktet pellets* er i dag økonomisk konkurransedyktig med oppvarming med el og olje.¹⁵⁹ Allikevel er det lav etterspørsel etter produktet. Dette henger i stor grad sammen med at den sosio-institusjonelle sfæren blant annet består av folks vaner og normer, og når forbrukerne ikke er opplyst om mulighetene med bioenergi er det lite grunnlag for etterspørsel. I tillegg er det behov for

¹⁵⁹ Årsaken er at prisene på elektrisitet og olje per april 2005 er relativt høye. Kilde: Grønn varme fra Hedmarksskogen sin nettside: <http://www.gronnvarme.no/priser.php> (16.05.05)

endring av eller opprettelse av nye formelle institusjoner for å tilrettelegge for bioenergi bruk, for eksempel utsalgssteder, vedlikeholdsinstitusjoner, reparatører, delelager og lignende. Et annet eksempel er muligheten for å legge inn endringer i de institusjonelle rammene for energibruk, for eksempel gjennom å pålegge økte avgifter på oppvarmingskildene fyringsolje og el som myndighetene har vedtatt at skal reduseres.

Kemp (1994, 1997) mener at manglende *systemforståelse* fra myndighetenes side er et viktig hinder for god tilrettelegging. Det er viktig at myndighetene forstår behovet for å bygge opp et system rundt teknologien og hvordan det kan gjøres. Det kan se ut til at norske myndigheter ikke har forståelsen for at det konkrete biobrensel har behov for mange *systemiske støttefunksjoner* rundt seg. Disse funksjonene tas ofte for gitt i de veletablerte, eksisterende systemene, og det er lett å glemme hvilke viktige roller de spiller for en velfungerende produksjon og bruk av en teknologi.

Jacobsson og Johnsson (2000) mener at *nettverksdannelse* mellom ulike aktører i et nytt teknologisk system er svært viktig for å få til utvikling. Å bidra til dette er etter deres mening en av de viktigste rollene myndighetene kan ta for å fremme et nytt teknologisk system. Kemp (1997) foreslår å bygge opp nettverk av teknologileverandører, forskningsorganisasjoner og brukere, som sammen kan løse problemer og utveksle erfaringer og tilpasse seg hverandres organisasjonsstrategier. Nettverk er spesielt viktig i Norge fordi bioenergiaktørene er relativt små og spredt utover landet.¹⁶⁰ I hvilken grad bidrar norske myndigheter til å utvikle nettverk for bioenergiaktører? Norske energimyndigheter i samarbeid med sentrale næringsutviklingsmyndigheter og - forskningsmyndigheter arrangerer hvert år en konferanse om næringsutvikling med ny energiteknologi der både markedsaktører og forskere møtes. I tillegg bidrar myndighetene med støtte til mange andre arrangementer i form av seminarer, kurs og konferanser. På disse arrangementene dannes uformelle nettverk mellom de ulike aktørene i bioenergi bransjen og foraene skaper rom for debatt og informasjonsutveksling. Ulike myndighetsorganer på nasjonalt, regionalt og lokalt plan bidrar også med økonomisk støtte til blant annet det formaliserte nettverket av medlemmer i Norsk Bioenergiforening og til nettverksbyggeren Energigården. Men etter hva jeg kjenner til finnes det ingen formalisert, myndighetsinitiert nettverkssatsning. Det er ikke sikkert at nettverkene blir like dynamiske dersom de blir institusjonalisert, men det kan uansett være viktig at myndighetene velger å ta aktiv utviklingsrolle for det teknologiske systemet og ikke bare bidrar med økonomisk støtte av og til. Etersom myndighetene hittil ikke har utarbeidet en

¹⁶⁰ Intervju, Erik Eid Hohle, 01.04.05

helhetlig, langsiktig satsning for å nå målet om økt bruk av bioenergi, kan det kanskje tyde på en manglende systemforståelse.

6.7 Elektrisk lock-in som stenger bioenergi ute?

Elektrisitetssystemet dominerer varmemarkedet i Norge fordi det er etablert i *institusjonene* ved at det er bygget opp *kunnskap* i myndighetsinstitusjoner, utdannings- og forskningsinstitusjoner, konsulentfirmaer, byggebransjen og lignende, og de er fundert i lovverket gjennom lang tids oppbygging. Det å bruke elektrisitet til oppvarming er også godt etablert i *markedet* gjennom skalaøkonomi som gjør el konkurransedyktig og på grunn av lang tids oppbygging av gode verdikjeder. *Teknologien* for elvarme er etablert fordi den er blitt moden etter lang tids utvikling, og fordi det er investert i infrastruktur og produksjonsutstyr som etter mange år er nedbetalt. Ideen om oppvarming med elektrisitet er også etablert i de *politiske* miljøene gjennom langvarige relasjoner med energisektoren. Etablering av teknologiske systemer tar tid, og fordi systemet har brukt lang tid på å funderes i samfunnet tar det også lang tid å av-etablere et gammelt for å etablere et nytt. Det teknologiske systemet for elektrisitet skal selvsagt ikke av-etableres, men det er et politisk mål å redusere elektrisk *oppvarming* og øke andelen vannbåren- eller direkte varme (Enova 2003).

Unruh (2000) mener at enkelte store teknologiske systemer kan utvikle seg til å bli tekno-institusjonelle komplekser som på grunn av en tett samutvikling mellom teknologien og formelle og uformelle institusjoner gjennom mange år kan skape en lock-in-situasjon som stenger alternative teknologier ute. Jeg mener at elektrisitetssystemet i Norge kan karakteriseres som et tekno-institusjonelt kompleks, og fordi elektrisitet har vært den dominerende oppvarmingsløsningen over flere tiår har det skapt en lock-in-situasjon som til en viss grad forhindrer andre oppvarmingsløsninger i dag. Det tekno-institusjonelle komplekset innenfor oppvarmingssektoren har fulgt én og samme *teknologiske bane* over mange år, som har bestått i å spre og perfektionere elektrisk oppvarming. Spesielt har den omfattende utbyggingen av infrastruktur for elektrisk oppvarming bidratt til å redusere muligheten for en fleksibel oppvarming med ulike energikilder og det er derfor blitt vanskelig for et nytt teknologisk system som bioenergi som er basert på en vannbåren infrastruktur å forsøke å konkurrere med det etablerte. Antall boliger i 1990 som hadde kun én oppvarmingskilde var over 700.000, og over halvparten av disse hadde kun elektrisk

oppvarming.¹⁶¹ Ingvild Vaggen Malvik mener at forbrukerne er *tvunget* til å fortsette å bruke elektrisk oppvarming:

Det er mange som ikke har muligheten til å varme opp på annet vis enn med panelovner.(...) Og da har du på en måte laget en *systemtvang*, og det koster veldig mye å gjøre noe med det.¹⁶²

Det er denne *systemtvangen* som er hovedelementet i forklaringen på at energisystemet er teknologisk lukket inne i et elektrisk oppvarmingssystem. Den teknologiske lock-in-situasjonen er blitt forsterket gjennom mange år av institusjonelle faktorer som blant annet en sterk elkraftbransje, veletablerte el-preferanser i utdanningen til byggingeniører og arkitekter, lovverk tilpasset elektrisk oppvarming, og vaner og normer hos forbrukere.

Tveitdal (2003) har sett på elsystemets dominans i det norske varmemarkedet og mener å kunne identifisere et teknologisk lock-in. Hun belyser dette med begreper fra økonomenes forklaring på teknologisk lock-in, - at situasjonen oppstår på grunn av *økende avkastning* for etablerte teknologier (Arthur 1989), se forklaring i teorikapitlet i denne oppgaven. Hun skriver at på grunn av *skalaøkonomi og læringseffekter* blir elektriske oppvarmingsløsninger ofte valgt i nybygg på tross av at de totale kostnadene er lavere med vannbasert varme. Dette skjer blant annet fordi *investeringskostnadene* for utbygger blir vektlagt framfor *driftskostnadene* for brukeren. Hun mener at utbyggernes *forventningstilpasninger* gjør at de tror at markedet ikke er villig til å betale en høyere investeringskostnad for å få lavere driftskostnader, og det gjør også at de foretrekker å bruke teknologiske løsninger som de har erfaring med og som har tro på at markedet vil kjøpe. Tveitdal mener at det skapes *nettverkseksternaliteter* ved at dagens regulering ikke krever at utbygger vurderer alternative varmeteknologier, og ved at utbyggere foretrekker å bruke det etablerte elnettet framfor å investere i ny kunnskap om vannbåren varmeteknologi. Ettersom disse fordelene er noe som elsystemet har opparbeidet seg gjennom mange år vil det sannsynligvis ta relativt lang tid før situasjonen er vesentlig endret.

Det er flere krefter som jobber for å få til en overgang til direkte bruk av varme, men disse kreftene er langt svakere og har virket i et kortere tidsrom enn de kreftene som bygget opp elsystemet og som forvalter det i dag. Myndighetenes virkemidler for å spre de nye fornybare energikildene retter seg ikke mot å bygge ned de etablerte, men heller mot å bygge opp et nytt system ved siden av. Ettersom det er et politisk mål å redusere bruken av elektrisk

¹⁶¹ OED. Rapport fra det interdepartementale arbeidsutvalget for bioenergi. Odin nettside: <http://odin.dep.no/oed/publ/rapporter/026005-990007/dok-bu.html> (15.06.04)

¹⁶² Intervju, Ingvild Vaggen Malvik, 13.10.04

oppvarming¹⁶³ er det spesielt viktig at myndighetene er klar over hva lock-in-situasjonen innebærer, og at deres strategi for overgang til andre varmekilder må inkludere tiltak for å *avinstitusjonalisere* den gamle teknologien for å åpne opp for den nye. Et ledd i denne strategien kan være å sette i gang en prosess for å stimulere til å *lære å glemme* (Lundvall & Johnson 1994) den etablerte ideen om at elektrisk oppvarming er det ”naturlige valget”, blant arkitekter, byggentreprenører, energiprodusenter og andre aktører som bidrar til å opprettholde elbasert oppvarming. I tillegg må forbrukere lære å glemme å betrakte panelovn som den mest naturlige varmekilden, noe myndighetene kan bidra til for eksempel gjennom informasjonskampanjer.

¹⁶³ Strategi for utbygging av vannbåren varme 2002, OED. Odin nettside:
http://odin.dep.no/filarkiv/158694/Strategi_for_vannbaren_varme02.pdf (06.03.05)

7. Konklusjon

En viktig motivasjon bak mitt valg av bioenergi blant alle de nye fornybare energikildene er at den regnes som en av de miljøvennlige energikildene som kanskje har størst ressursmessig potensial for produksjon og bruk i Norge framover. I tillegg kan bioenergi møte dagens behov for økt varmeproduksjon, redusere klimagassutslippene og skape arbeidsplasser. Jeg anså det derfor som "rasjonelt" av norske markedsaktører og politiske myndigheter å satse på bioenergi, og ønsket å undersøke hvorfor det ikke ble satt i gang en større satsning på linje med Sverige. Ragin (1994) mener at selv om man ikke trenger å være samfunnsforsker for å ha abstrakt kunnskap om mulige årsaker til et fenomen som dette, så kan samfunnsvitenskapen være verdifull fordi den studerer disse årsakene i *dybden*.

Under what general conditions do people not make what seem to be obvious rational choices? Or, even more fundamental, is it always possible to tell which choices are rational and which are not?
(Ragin 1994:60)

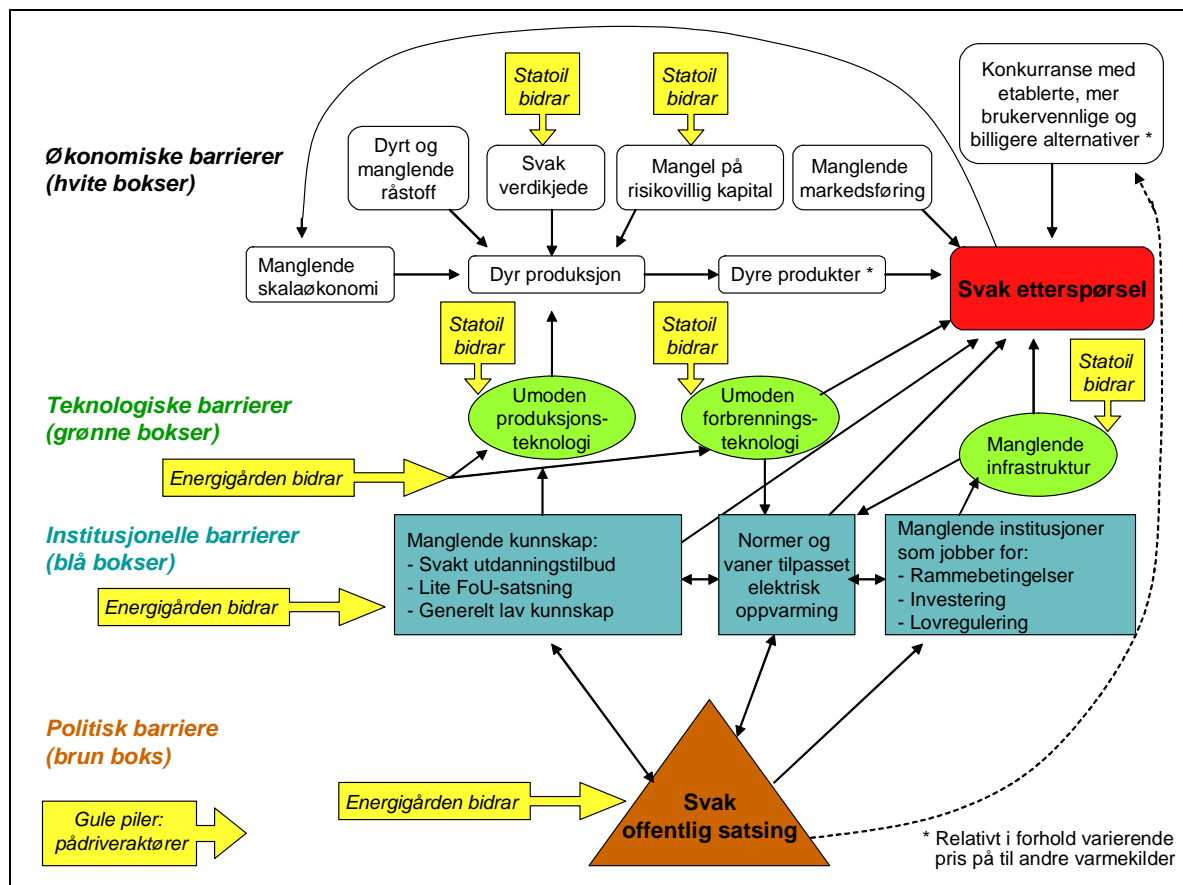
Det er ofte behov for fordypning i et felt for å avgjøre hva som er rasjonelle valg og hva som ikke er det. Etter å ha studert det norske bioenergifeltet ser jeg at det finnes komplekse årsakssammenhenger som til sammen gjør det *forståelig*, og til en viss grad *rasjonelt*, at det ikke har blitt satset sterkere på bioenergi hittil. I Norge har det ikke vært noe behov for mer energi enn det vassdragene kunne gi oss, før inntil nylig. I dag har det blitt et behov for økt energiproduksjon og dermed kan det være rasjonelt for samfunnet som helhet å produsere og bruke mer bioenergi til oppvarming. Men for hver av enkeltaktørene som er potensielle tilbuds- eller etterspørselsaktører kan det hende at det fremdeles er "irrasjonelt" å satse, for eksempel på grunn av for høye kostnader eller manglende infrastruktur. Dersom politikerne mener at det er rasjonelt for samfunnet å øke bruken av bioenergi i Norge er det derfor nødvendig at myndighetene tilrettelegger vilkårene slik at det også blir mer attraktivt og rasjonelt for markedsaktørene å satse.

7.1 Hovedfunn

Jeg har i denne oppgaven forsøkt å forstå bioenergifeltet blant annet ved hjelp av teoretiske begreper og ideer. Dette har gitt meg en bredere og dypere forståelse av hvordan enkelte faktorer hindrer utviklingen av det teknologiske systemet for bioenergi i Norge, og hvordan andre bidrar til vekst. Den første av mine to problemstillinger har vært:

- Hva karakteriserer det teknologiske systemet for moderne bioenergi i Norge?

Det teknologiske systemet for moderne bioenergi i Norge har de siste to tiårene vært gjennom en kombinert *utviklings- og teknologioverføringsfase* i Hughes' (1983) utviklingsfasemodell for store teknologiske systemer. Hughes kaller den første fasen for en oppfinnelses- og utviklingsfase og den andre for en teknologioverføringsfase. Men ettersom de viktigste teknologiske oppfinnelsene for bioenergi var skapt i andre land før de ble tatt i bruk i Norge mener jeg at den første fasen i systemoppbyggingen i Norge var en kombinasjon av *teknologioverføring* fra andre land og *utvikling* og tilpasning til norske forhold. I utviklings- og teknologioverføringsfasen har *fysiske komponenter* for produksjon og bruk blitt innført fra andre land og *markedsaktører* har vokst fram i form av et økende antall produsenter, distributører og kunder. I tillegg har det foregått en viss etablering av *institusjoner* som regulerer, støtter opp om og tilrettelegger for økt bruk av bioenergi, i form av myndighetsinstitusjoner, lovverk, utdanningstilbud, FoU, og en viss tilpasning av normer og vaner hos forbrukere.



FIGUR 6: FORHOLDET MELLOM BARRIERER OG PÅDRIVERE FOR BIOENERGI I NORGE

Det teknologiske systemet for bioenergi er i ferd med å komme over i *systemvekstfasen* etter Hughes' (1983) kategorier. Et viktig behov i denne fasen er å fjerne viktige barrierer for at systemet skal bli mer velfungerende og etterspørselen skal øke. Hovedutfordringen for det teknologiske systemet for bioenergi i Norge i dag er *svak etterspørsel*. Figur 6 viser at det er mange faktorer som fungerer som barrierer, eller *flaskehals*, som hindrer etterspørselen i å øke:

Økonomiske barrierer som manglende skalaøkonomi og flere svake ledd i verdikjeden for biobrensel skaper en kostbar produksjon og relativt dyre produkter (sammenlignet med el og olje). Men ettersom prisen på elektrisitet og olje er litt høyere enn "normalt" per våren 2005 kan pellets konkurrere på pris.

Når det gjelder *teknologiske barrierer* bidrar umoden produksjonsteknologi til økte kostnader i produksjonen, og umoden, lite brukervennlig forbrenningsteknologi (dette gjelder først og fremst biokjeler, ikke pelletskaminer) og manglende infrastruktur for vannbåren varme bidrar til å opprettholde den svake etterspørselen. Elektrisk oppvarming er svært brukervennlig i husholdningene ved at det ikke er behov for drift og vedlikehold sammenlignet med drift av en pelletskamin. Denne ulempen gjør at pellets sannsynligvis må være endel billigere over en lengre periode for at forbrukerne skal velge å ta seg det ekstra bryet med å endre varmekilde.

Institusjonelle barrierer i form av manglende kunnskap og kjennskap bidrar til at bioenergi fortsatt er et relativt ukjent varmealternativ, som fører til lav etterspørsel. På grunn av konkurransedyktige pelletspriser våren 2005 er det nok en større barriere at pellets er *lite kjent* på grunn av svak markedsføring, og *lite tilgjengelig* på grunn av få utsalgssteder. Svakt utdanningstilbud innen bioenergi og vannbåren varme for byggingeniører, arkitekter, rørleggere og andre relaterte yrkesgrupper bidrar til å hindre utviklingen av støttefunksjoner for bruk i form av vedlikehold og reparasjon. Svak satsning på FoU bidrar til å hindre utvikling og forbedring av teknologien. For å bygge opp og spre den nødvendige kunnskapen er det behov for myndighetsinstitusjoner som investerer i viktige tiltak og bidrar til å tilrettelegge lover og regler og andre rammebetingelser for økt bruk av bioenergi.

Hovedårsaken til at det er en mangel på tilretteleggende institusjoner er en svak og lite helhetlig offentlig satsing på bioenergi. *Svak offentlig satsing* er en overordnet *politisk barriere* fordi statlige myndigheter med sine ressurser og reguleringer kunne bidratt til å bygge ned mange av de andre barrierene. Ved å forbedre rammebetingelsene for bioenergi og styrke konkurranseevnen mot de etablerte varmekildene elektrisitet og oljefyring vil det kunne bli mer lønnsomt både å produsere og å bruke bioenergi. Hvis myndighetene i tillegg

investerer i informasjonsvirksomhet, FoU og infrastrukturbygging vil mulighetsbetingelsene for å bruke bioenergi bli bedre for forbrukerne fordi energikilden blir mer allment kjent, teknologien blir mer brukervennlig og det blir lettere å koble seg på felles varmesentraler.

Den andre av mine to problemstillinger har vært:

- *Hvordan bidrar Energigården, Statoil og statlige myndigheter til å utvikle det teknologiske systemet for bioenergi?*

I utviklings- og teknologioverføringsfasen var det et stort behov for *kunnskap* og et stort behov for *oppfinner-entreprenører* (Hughes 1983). Erik Eid Hohle og Energigården kan karakteriseres som en oppfinner-entreprenør som spilte en spesielt viktig rolle for kunnskapsbygging og -spredning i denne fasen i Norge. Energigården bidro, og bidrar fremdeles i dag, til oppbyggingen av det teknologiske systemet med teknologiutvikling gjennom bruker-produzent-samarbeid og forskningssamarbeid, og med kunnskapsspredning gjennom informasjonsvirksomhet og nettverksbygging på ulike geografiske nivåer.

De mest sentrale aktørene i dagens *systemvekstfase* er ingeniører og andre aktører som løser viktige tekniske eller andre problemer med enkeltkomponenter eller med systemet, og som dermed fjerner flaskehalsen som hindrer den videre veksten. I denne fasen bidrar både Energigården og Statoil til utviklingen, men på hver sin måte:

Statoil bidrar først og fremst til å redusere *økonomiske barrierer* ved å investere risikovillig kapital i en usikker bransje og å bygge opp en stor produksjon for å forsøke å skape skalaøkonomi. I tillegg bidrar Statoil til å redusere en *teknologisk barriere* ved å utbre infrastruktur for vannbåren varme. Statoil har en rolle som *primus motor* i systemvekstfasen fordi selskapet er finansielt og teknisk sterkt nok til å bidra til å utvikle det teknologiske systemet for bioenergi (Jacobsson & Johnsson 2000). Dersom Statoil hadde satset mer på markedsføring av pelletsen de produserer ville selskapet kunne bidratt til å redusere en *institusjonell barriere* også; - kunnskapsmangel. I tillegg kunne Statoil brukt sin tyngde som Norges største selskap til å drive en mer omfattende lobbyvirksomhet for at myndighetene skal øke sin satsning på bioenergi og vannbåren varme, men dette er ikke prioritert fra selskapets side.

Energigården bidrar først og fremst til å redusere *teknologiske og institusjonelle barrierer*, med teknologitestning, kunnskapsproduksjon og -spredning, blant annet gjennom nettverk på regionalt, nasjonalt og internasjonalt nivå. Nettverk er spesielt viktig for

bioenergibransjen fordi aktørene er spredt og produksjonen foregår desentralt. I tillegg jobber Energigården for å øke den offentlige satsningen.

Myndighetenes viktigste bidrag til å utvikle det teknologiske systemet for bioenergi er Enovas investeringsstøtte til storskala biobrenselproduksjon og Landbruksdepartementet støtte til økt bruk av biobrenselråstoff fra landbruket. Satsningen har ført til en relativt sterk stimulering av tilbudssiden i det teknologiske systemet, noe som har skapt en overproduksjon av pellets i forhold til etterspørselen i det norske markedet. Manglende etterspørsel har blitt en ”overordnet flaskehals” i dagens tidlige systemvekstfase og de statlige myndighetene har nå muligheten til å bli en nøkkelaktør i denne fasen dersom satsningen utvides til å stimulere til vekst også på etterspørselssiden.

7.2 Strategianbefalinger

Nye teknologiske systemer trenger støtte i startfasen for å klare å konkurrere mot de veletablerte. Da olje ble introdusert som en konkurrent til den dominerende energikilden kull på begynnelsen av 1900-tallet hadde den behov for stor bistand fra ulike lands myndigheter over en relativt lang periode for å etablere seg (Podobnik 1999).

Det er behov for å se på utviklingen av bioenergi som energikilde som utviklingen av et *helt teknologisk system*. Bioenergisystemet er i framgang i Norge, men det er viktig å være klar over at utvikling av store teknologiske systemer ofte tar lang tid blant annet fordi de teknologiske nyvinningene må forankres i formelle og uformelle institusjoner. Det er viktig å være bevisst denne *institusjonelle tregheten* som Johnson, som nevnt i teorikapitlet, mener er et sentralt tema i institusjonell økonomi fordi, den forklarer at institusjonene ”forsinker” teknologiske endringer fordi de er ufleksible og ”tungrodde”. Det er spesielt viktig at beslutningstakere kjenner til denne ”mismatchen” mellom teknologi og institusjoner fordi det kan bidra til å bygge ned urealistiske forhåpninger om rask innføring og bidra til å bygge opp mer langsiktige og tålmodige politiske strategier.

Enovas hovedstrategi om å tildele *investeringsstøtte* til storskala biobrenselproduksjon har bidratt til en stor økning i pelletsproduksjonen de siste årene. Men etterspørselen er fortsatt relativt lav og flere av tilbudsaktørene må eksportere pellets til Sverige for å få avsetning. Dette tyder på at det er behov for at Enova og andre myndighetsinstitusjoner flytter fokuset over mot å stimulere til økt pelletsbruk hos forbrukerne. Etterspørselen henger nøye sammen med rammebetingelsene i energisektoren sett under ett. Dersom Norge ønsker en overgang fra elektrisk oppvarming til vannbåren og direkte oppvarming, og samtidig redusere oljefyringen, vil det være behov for *en sterkere og mer helhetlig plan for bioenergi* som

kombinerer *forbedrede rammebetingelser* og *enkelttiltak* både mot *produsenter* og *forbrukere*. Det er viktig med *forutsigbarhet* og *langsiktighet* i planer og rammebetingelser for at næringsliv og forbrukere skal tørre å investere i utstyr for produksjon og bruk (Christiansen 2002). For å løse opp flaskehalser i systemvekstfasen og dermed muliggjøre økt etterspørsel er det viktig at myndighetene investerer i flerfaglige forsknings- og utviklingsprogrammer over flere år. Det er i tillegg viktig at myndighetene bidrar til å videreutvikle nettverkene i bioenergibransjen fordi aktørene er små og befinner seg spredt utover hele landet.

Den utstrakte bruken av elektrisk oppvarming gjennom mange år i Norge har skapt et *teknologisk og institusjonelt lock-in av varmesystemet* som fungerer som en overordnet barriere mot andre oppvarmingskilder. Lock-in-situasjonen har hovedsakelig blitt skapt av en lang tradisjon for panelovnopppvarming og mangel på infrastruktur for vannbåren varme. Det er viktig at myndighetene blir bevisst på at den utstrakte bruken og favoriseringen av elektrisk oppvarming i Norge gjennom mange år begrenser mulighetsrommet for alternative varmekilder i dag. Myndighetenes strategier for å redusere elektrisk oppvarming til fordel for vannbåren eller direkte varme må derfor ta høyde for at i tillegg til å *bygge opp* ny fysisk infrastruktur er det også behov for å *bygge ned* den etablerte ideen om at elektrisitet er en naturlig varmekilde, innenfor utdanningsinstitusjonene, i forskning og utvikling og for eksempel i bransjer som bygg og anlegg. Det er behov for at oppvarmingsmarkedet i Norge skifter *teknologisk bane* fra elektrisk til vannbåren og direkte varme. Å bryte med den *stivhengige utviklingen* kan skje gjennom å *avinstitusjonalisere* den etablerte teknologien samtidig som den nye, ønskede oppvarmingsformen *institusjonaliseres*. På tross av flaskehalser, *lock-in* og mange barrierer finnes det såkalte *mulighetsvinduer*¹⁶⁴ der bioenergi kan komme inn i det lukkede ”energihuset” relativt raskt, selv om ”døra er låst”. Det ene mulighetsvinduet finnes i bygg med oljefyring og vannbåren oppvarming. Der kan oljefyringskjelen erstattes av en biokjel, for eksempel når den skal byttes ut på grunn av slitasje. Det andre mulighetsvinduet for bioenergi finnes i mindre bygg uten vannbåren varme. Der kan det settes inn en pelletskamin for å erstatte elektrisk varme eller eldre og mindre effektive punktoppvarmingskilder, uten at det er behov for å bygge opp ny infrastruktur for vannbåren varme.

Den siste strategianbefalingen på tampen av denne oppgaven er at norske myndigheter bør forsøke å lære av de andre nordiske landenes bioenergisuksess, spesielt av Sverige. Mine to pådriver-case, Energigården og Statoil, har bevisst valgt å ha mye kontakt med de andre

¹⁶⁴ Min oversettelse av “window of opportunity” (Perez & Soete 1988)

nordiske landene gjennom å delta i markedet og i ulike nettverk for å lære av deres gode og dårlige erfaringer. Sverige har i mange år hatt som mål at bioenergi skal bli en av landets hovedenergikilder når atomkraft nå skal bygges ned og avhengigheten av olje- og kullimport skal reduseres (Eikeland 1999). De statlige svenske myndighetene har over en lengre periode gjennomført en storstilt og helhetlig satsning med tilrettelagte rammebetingelser. Eikeland mener at det har vært spesielt viktig å avgiftsbelegge bruken av de varmekildene myndighetene ønsker å redusere eller fase ut. Et annet viktig tiltak har vært å integrere utviklingen av bioenergiteknologi i generell industri- og næringspolitikk, med blant annet omfattende støtte til FoU. Sannsynligvis kan ikke den svenske strategien og virkemidlene for å fremme bioenergi overføres direkte til Norge fordi de må tilpasses til norske forhold. Men en viktig lærdom er at Sveriges suksess viser at det er behov for en omfattende og helhetlig satsning med stabile rammebetingelser over lang tid.

7.3 Oppgavens bidrag og behov for videre forskning

Ragin og Becker (1992) mener at det er viktig at casestudieforskere stiller seg spørsmålet; - *hva er dette caset et case av?* De mener at dersom forskere velger case med omhu kan en casestudie være et *eksempel* på et fenomen, en hendelse, en aktør eller lignende. Forståelsen forskeren får etter å ha studert et case bør etter deres mening kunne gi kunnskap om samfunnet utover det partikulære i det tids- og stedsspesifikke caset. Casene i denne oppgaven, Energigården og Statoil, er *eksempler på pådriveraktører i et nytt teknologisk system*. Deres utfordringer er systemets utfordringer og deres engasjement og virksomhet kan spille ulike roller i ulike utviklingsfaser for det teknologiske systemet. Hughes (1983) legger stor vekt på pådriveraktørens rolle for utviklingen av store teknologiske systemer. På bakgrunn av funnene i oppgaven mener jeg at det er avgjørende for hvorvidt utviklingen av et nytt teknologisk system lykkes at det finnes aktører som kan fylle rollene som ulike former for pådrivere, det være seg for eksempel oppfinner-entreprenører, primus motorer, nettverksbyggere og kunnskapsspredere.

Jeg har forsøkt å gi en *tykk beskrivelse* av forskningsprosessen i metodekapitlet og av konteksten for casene mine i bakgrunnskapitlet og analysekapitlene. Jeg håper at dette vil gjøre det mulig for leserne å vurdere hvorvidt kunnskap fra mine funn på et abstrahert nivå er overførbare til andre casestudier. Mine analyser og funn vil sannsynligvis være mest relevant for andre forskningsprosjekter som dreier seg om nye fornybare energikilder. De nye energikildene står overfor mange av de samme problemstillingene, i og med at de

representerer et alternativ og dermed utfordrer det etablerte. Men noe av kunnskapen fra oppgaven kan kanskje også bidra til å forstå overgang til nye teknologiske systemer generelt.

Kjernetemaet i oppgaven er altså to pådriveraktører i et nytt teknologisk system. Kjernen av det teknologiske systemet er *selve bruken* av moderne bioenergi der pådriveraktørene opererer, fordi det er bruken som holder det teknologiske systemet sammen og som er formålet med eksistensen av de tre hoveddelene av systemet. Bruken av bioenergi avhenger av kvaliteten og utbredelsen av de fysiske komponentene, markedsaktørene i de ulike leddene i verdikjeden og de institusjonelle rammene. Alle delene av systemet er like viktige for at bruken av bioenergi skal øke. Jeg mener at det er viktig å eksplisitt vektlegge denne *systemiske dimensjonen* ved innføring av nye fornybare energikilder, og jeg støtter dermed oppunder arbeidet til blant andre Christiansen (2002), Jacobsson & Johnsson (2000), Kemp (1994, 1997) og Schot (1994), fordi de har nettopp har denne systemtilnærmingen i sin forskning på innføring av miljøvennlige energikilder.

Det er behov for å samordne og tenke overordnet på systemet som helhet. Det er vanskelig, for ikke å si umulig, for tilbudsaktørene å gjøre dette alene og det er behov for at myndighetene bidrar med et helt spekter av virkemidler for å stimulere til oppbygging av de rammene som muliggjør bruken av det nye systemet. Kunnskap om kompleksiteten i utviklingen av store teknologiske systemer er viktig for beslutningstakere og andre aktører som skal bidra. Det er vanskelig å utforme gode tiltak som skal fremme en energikilde som bioenergi dersom man ikke kjenner til sammenhengen mellom *fysiske komponenter* for produksjon, distribusjon og bruk; *tilbydere* og *etterspørrere* og de tallrike formelle og uformelle *institusjonene* rundt.

Det er også vanskelig for en tilbudsaktør å operere i markedet dersom det ikke ligger gjennomtenkte analyser av muligheter og barrierer bak. Statoil er et godt eksempel på en aktør som ved hjelp av grundige analyser av sterke og svake sider ved verdikjeden for pellets, utforming av en egen nisje, en klar strategi og gode forberedelser har klart å finne en plass i det teknologiske systemet for bioenergi der selskapet kan bidra til både egen fortjeneste og til videreutviklingen av systemet. Å finne sin egen markednisje der det finnes udekte behov gagnar altså både selskapet og det teknologiske systemet. Det er avgjørende at statlige myndigheter gjennomfører en tilsvarende inngående analyse av tilstanden til det teknologiske systemet for bioenergi for å kunne finne sin plass og rolle, og for å kunne utvikle en helhetlig strategi med gode rammebetingelser og vellykkede tiltak.

Jeg mener at det er behov for mer samfunnsvitenskapelig forskning på temaet utvikling av nye fornybare energikilder som teknologiske systemer. Det er behov for å forske

på maktforhold mellom etablerte og nye teknologiske systemer, hvordan institusjonaliseringen foregår, og hvordan politiske mål kan implementeres på en best mulig måte. Det er også behov for å studere nærmere de ulike rollene til aktørene i et teknologisk system og den spesielle dobbeltrollen til oljeselskap som investerer i nye fornybare energikilder.

Referanser

- Agnew, J. et al. 1996. General introduction. (red.). *Human geography. An essential anthology*. Blackwell Publishers, Oxford og Malden.
- Alvesson, M. & K. Sköldbberg. 1994. *Tolkning och reflektion: Vetenskapsfilosofi och kvalitativ metod. Studentlitteratur*. Lund.
- Arthur, W. B. 1989. Competing technologies, increasing returns, and technological lock-in by historical events. *The economic journal*. 99. 394. 116-131.
- Barnes, T. 1997. Theories of accumulation and regulation: bringing life back into economic geography. Introduction to section three. *Lee, R. & J. Wills (red.). Geographies of economies*. Arnold, London.
- Barnes, T. J. 1999. Industrial geography, institutional economics and Innis. *Barnes, T. J. & M. S. Gertler (red.). New Industrial Geography: Regions, Regulations and Institutions*. Routledge, London.
- Berg, L. N. 2000. *Analyse av gassifisering av biomasse til kraft-/ varmeproduksjon*. Institutt for Termisk Energi og Vannkraft. NTNU, Trondheim.
- Carling, J. 2001. *Aspiration and ability in international migration: Cape Verdean experiences of mobility and immobility. Hovedoppgave i samfunnsgeografi*. Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi. Universitetet i Oslo, Oslo.
- Carlsson, B. & R. Stankiewicz. 1991. On the nature, function and composition of technological systems. *Evolutionary economics*. 1. 93-118.
- Christiansen, A. C. 2001. *Technological change and the role of public policy: An analytical framework for dynamic efficiency assessments. FNI-rapport nr. 4*. Fridtjof Nansens Institutt. Lysaker.
- Christiansen, A. C. 2002. New renewable energy developments and the climate change issue: a case study of Norwegian politics. *Energy Policy*. 30. 235-243.
- Christiansen, A. C. 2002. Sol, vind og bølger. Hva gikk galt i Norge? *Kraftjournalen*. nummer 3.
- Coffey, A. & P. Atkinson. 1996. *Making sense of qualitative data. Complementary research strategies*. Sage, London.
- Coombs, R. 1988. Technological opportunities and industrial organisation. *Dosi, G. et al. (red.). Technical change and economic theory*. Pinter Publisher, London.
- David, P. A. 1985. Clio and the economics of QWERTY. *American Economic Review, Papers and Proceedings*. 75. 332-337.
- Dicken, P. 1998. *Global shift. Transforming the world economy. Third edition*. Paul Chapman Publishing, London.
- Eikeland, P. O. 1999. Chapter 4: The case of bioenergy industry development in Sweden. *Eikeland, P. O. et al. (red.). Green energy - industrial innovation: a comparative study of green energy*

- transformations in Northern Europe. FNI Report number 16.* Fridtjof Nansens Institutt, Lysaker.
- Endresen, S. 1993. *Teknologi. Sentrale problemstillinger i debatten om teknologi og utvikling i den tredje verden.* Occasional paper #10. Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi. Universitetet i Oslo, Oslo.
- Enova. 2003. *Varmestudien 2003. Grunnlag for utbygging og bruk av varmeenergi i det norske energisystemet.* Trondheim.
- Eriksen, T. L. 1993. *Norge og verden fra 1850 til 1940.* Gyldendal Norsk Forlag, Oslo.
- Flyvbjerg, B. 1991. *Rationalitet og magt. Bind 1. Det konkrete vitenskap.* Akademisk forlag, København.
- Foxon, T. J. 2002. *Technological and institutional 'lock-in' as a barrier to sustainable innovation. Paper presented at ICCEPT.* <<http://www.iccept.ic.ac.uk/public.html>>. Utskriftsdato: 23.04.04.
- Freeman, C. 1988. Preface to Part II. Evolution, technology and institutions: a wider framework for economic analysis. *Dosi, G. et al. (red.). Technical change and economic theory.* Pinter Publishers, London.
- Freeman, C. 1992. *The economics of hope.* Pinter Publishers, London.
- Goodall, B. 1987. *Dictionary of human geography.* Penguin Books, London.
- Grübler, A. 1998. *Technology and global change.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Hammersley, M. 1989. *The dilemma of qualitative method. Herbert Blumer and the Chicago Tradition.* Routledge, London and New York.
- Hammersley, M. et al. 2000. Case study and theory. *Gomm, R. et al. (red.). Case study method: key issues, key texts.* Sage, London.
- Hirsch, S. 1967. *Location of industry and international competitiveness.* Clarendon Press, Oxford.
- Hohle, E. E. 2001. *Bioenergi. Miljø, teknikk og marked.* Energigården, Brandbu.
- Hughes, T. P. 1983. *Networks of power. Electrification in western society, 1880-1930.* The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Hughes, T. P. 1987. The evolution of large technological systems. *Bijker, W. E. et al. (red.). The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology.* Opptrykk 1999. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Innovasjon Norge. 2004. *Program for økt verdiskapning innen bioenergi fra landbruket. Rapport fra satsningen i 2003.*
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Working Group I: The Scientific Basis.* UNEP.
- Jacobsson, S. & A. Johnsson. 2000. The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. *Energy policy.* 28. 625-240.

- Johannessen, F. E. 1992. Elektrisiteten, hjemmet og kvinnene. *Endresen, K. (red.). Vår vidunderlige vannkraft*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Johnson, B. 1992. Chapter 2: Institusjonal learning. *Lundvall, B.-Å. (red.). National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter, London and New York.
- Johnston, R. J. et al. 2000. *The dictionary of human geography. Fourth edition*. Blackwell Publishing, Malden.
- Kemp, R. 1994. Technology and the transition to environmental sustainability. The problems of technological regime shifts. *Futures*. 26. 10.
- Kemp, R. 1997. *The environmental policy and technical change. A comparison of the technological impact of policy instruments*. New horizons in environmental economics. Edward Elgar, Cheltenham.
- Komninos, I. 2002. *Product life cycle management*. Urban and Regional Innovation Research Unit, Faculty of Engineering, Aristotle University of Thessaloniki.
<http://www.urenio.org/tools/en/Product_Life_Cycle_Management.pdf>. Utskriftsdato: 23.03.05.
- Kvale, S. 1997. *Det kvalitative forskningsintervju*. Ad notam Gyldendal, Gjøvik.
- Limb, M. & C. Dwyer. 2001. *Qualitative methodologies for geographers. Issues and debates*. Arnold, London.
- Lincoln, Y. S. & E. G. Guba. 2000. The only generalization is: There is no generalization. *Gomm, R. et al. (red.). Case Study methods*. Sage, London.
- Lundvall, B.-Å. 1988. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. *Dosi, G. et al. (red.). Technical change and economic theory*. Pinter Publishers, London og New York.
- Lundvall, B.-Å. 1992. Chapter 3: User-producer relationships, national systems of innovation and internationalisation. *Lundvall, B.-Å. (red.). National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter, London and New York.
- Lundvall, B.-Å. & B. Johnson. 1994. The learning economy. *Journal of industry studies*. 1. 2. 23-42.
- Löfstedt, R. 1998. Swedens biomass controversy. A case study of communicating policy issues. *Environment*. 40. 4. 16-20, 42-45.
- MacKenzie, D. & J. Wajcman. 1985. *The social shaping of technology*. Open University Press, Milton Keynes.
- Mitchell, J. C. 2000. Case study and situation analysis. *Gomm, R. et al. (red.). Case study methods*. Sage, London.
- Mjøset, L. & S. Kasa. 1992. Miljøproblemer og tekno-økonomiske paradigmer. En skisse til miljøproblemenes historie. *Vardøger*. 21.
- Nashoug, H. & F. D.-P. Pedersen. 2004. *Muligheter og barrierer for utvikling av et norsk trepelletsmarked. Hovedoppgave*. Institutt for økonomi og samfunnsfag. Norges Landbrukshøgskole, Ås.

- Nelson, R. R. & S. G. Winther. 1982. *An evolutionary theory of economic change*. The Belknap Press of Harvard University, Cambridge, MA.
- NoBio. 2001. *Samlet plan for norsk bioenergiforskning*. Oslo.
- Nordeng, K. et al. 2001. Kapittel 2: Produksjon av biomasse. *Hohle, E. E. (red.). Bioenergi. Miljø, teknikk og marked*. Energigården, Brandbu.
- Norges Forskningsråd. 2001. *Nye fornybare energikilder*. Oslo.
- Norges Forskningsråd. 2004. *RENERGI: Fremtidens rene energisystem. Programplan 2004-2013*. Oslo.
- Norges Skogeierforbund. 2004. *Strategi for økt bruk av bioenergi fra skogen. Notat behandlet i styret i Norges Skogeierforbund 22.01.04*.
- NOU. 1998. *Nr. 11: Energi- og kraftbalansen mot 2020*. Olje- og energidepartementet. <<http://odin.dep.no/oed/norsk/publ/utredninger/NOU/026005-020001/index-hov002-b-n-a.html>>. Utskriftsdato: 05.03.04.
- OED. 2004. *Faktahefte om energi- og vassdragsvirksomheten*. OED. <http://odin.dep.no/oed/norsk/dok/andre_dok/brosjyrer/026021-120008/dok-bn.html>. Oslo.
- Perez, C. 1983. Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems. *Futures*. 15. 4. 357-375.
- Perez, C. 1997. *The social and political challenge of the present paradigm shift. Paper prepared for the Norwegian Investorforum, based on the presentation at the workshop on economics and spacial income inequality, Oslo, May 15-16 1997*. <[Http://www.carlotaperez.org/papers/1-the-social-and-political.htm](http://www.carlotaperez.org/papers/1-the-social-and-political.htm)>. Utskriftsdato: 19.05.04.
- Perkins, R. 2003. *Technological lock-in. International society for ecological economics. Internet encyclopaedia of ecological economics*. <[Http://www.ecoeco.org/publica/encyc_entries/tecklkin.pdf](http://www.ecoeco.org/publica/encyc_entries/tecklkin.pdf)>. Utskriftsdato: 21.09.04.
- Podobnik, B. 1999. Toward a sustainable energy regime: a long wave interpretation of global energy shifts. *Technological forecasting and social change*. 62. 155-172.
- Presno, G. G. d. et al. 2001. *Notodden - fra industriby til gründerparadis? Prosjektoppgave, samfunnsgeografi grunnfag*. Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi. Universitetet i Oslo, Oslo.
- Ragin, C. 1994. *Constructing social research*. Pine Forge, California.
- Ragin, C. & H. Becker. 1992. *What is a case? Exploring the foundations of social enquiry*. Cambridge University Press, New York.
- Schoenberger, E. 1991. The corporate interview as a research method in economic geography. *The Professional Geographer*. 43. 2. 180-189.
- Schot, J. 1994. Strategies for shifting technological systems. The case of the automobile system. *Futures*. 26. 10. 1060-1076.

- SFT. 2001. *Utslipp av klimagasser i Norge. Historisk utvikling*. SFT.
<<http://www.sft.no/publikasjoner/luft/1840/ta1840.pdf>>. Oslo.
- Skogstyrelsen. 2001. *Skogbränsle, hot eller möjlighet? Vägledning til miljøvänligt skogbränsleuttag*. Skogstyrelsens förlag, Stockholm.
- Slagstad, R. 1998. *De nasjonale strateger*. Pax Forlag, Oslo.
- Soma, M. & A. Lunnan. 2001. Kapittel 6: Økonomi og planlegging. *Hohle, E. E. (red.). Bioenergi. Miljø, teknikk og marked*. Energigården, Brandbu.
- Soma, M. & K. Noreng. 2001. Kapittel 5: Miljø og miljøteknikk. *Hohle, E. E. (red.). Bioenergi. Miljø, teknikk og marked*. Energigården, Brandbu.
- Stortingsmelding nr.18. 2003-2004. *Om forsynings sikkerheten for strøm*. Olje- og energidepartementet. <<http://odin.dep.no/oed/norsk/dok/regpubl/stmeld/026001-040010/dok-bn.html>>. Utskriftsdato: 04.03.05.
- Sørensen, H. & G. Wilhelmsen. 2001. Kapittel 1: Energi og samfunn. Bioenergi i et historisk perspektiv. *Hohle, E. E. (red.). Bioenergi. Miljø, teknikk og marked*. Energigården, Brandbu.
- Tangen, K. et al. 1998. *Fra få til mange. En ny fornybar energipolitikk*. Pamflett. Tapir forlag, Trondheim.
- Thagaard, T. 1998. *Systematikk og innlevelse. En innføring i kvalitativ metode*. Fagbokforlaget, Bergen-Sandviken.
- Tveitdal, S. S. 2003. *Technological lock-in and the Norwegian heating market*. Master dissertation. Environmental Assessment and Evaluation. London School of Economics and Political Science, London.
- Underthun, A. 2004. *Rommets politikk lagt i rør. En analyse av "Gass til Grenland" som regional strategi. Hovedoppgave i samfunnsgeografi*. Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi. Universitetet i Oslo, Oslo.
- Unruh, G. 2000. Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*. 28. 817-830.
- Unruh, G. 2002. Escaping carbon lock-in. *Energy Policy*. 30. 317-325.
- Yin, R. K. 1994. *Case study research: design and methods. 2nd edition*. Thousand Oaks, California.

Vedlegg

Vedlegg 1: Informantintervjuer og samtaler

Informant	Stilling	Type intervju	Sted	Dato	Lengde
Bjørn Håvard Evjen	Rådgiver i avdeling for marked og verdiskaping, Norges Skogeierforbund	Personlig intervju, notater	Norges skogeierforbunds kontor, Oslo	03.02.04	2 t
Håvard Risnes	Rådgiver for bioenergi i Enova SF	Personlig intervju, opptak MP3-spiller	Enovas kontor, Trondheim	02.03.04	1 t
Arne Danielsen	Prosjektleder for Bioregion Hadeland	Personlig intervju, opptak MP3-spiller	Bioregion Hadelands kontor, Gran Rådhus	12.05.04	1,5 t
Bente Klæstad	Informasjonsleder på Energigården	Personlig intervju, opptak MP3-spiller	Energigården, Brandbu	12.05.04	30 min
Geir Skjevraak	Salgssjef for bioenergi, avdeling for Nordisk Energi, Statoil Norge AS	Personlig intervju, opptak MP3-spiller	Larsen restaurant, Oslo	25.08.04	2 t
Per Øivind Johansen	Kommersiell leder for Ny Energi i Statoil (tidligere leder for Nordisk Energi i Statoil Norge)	Personlig intervju, opptak MP3-spiller	Café Amsterdam, Oslo	10.09.04	1 t
Synnøve Konglevoll	Storingsrepresentant for Arbeiderpartiet, medlem av Energi- og miljøkomiteen	Personlig intervju, opptak MP3-spiller	Storingskantina, Oslo	29.09.04.	30 min
Ingvild Vaggen Malvik	Storingsrepresentant for Sosialistisk Venstreparti, medlem av Energi- og miljøkomiteen	Personlig intervju, opptak MP3-spiller	Storingskantina, Oslo	13.10.04.	45 min
Erik Eid Hohle	Daglig leder av Energigården	Telefon-intervju, notater	Oslo-Brandbu	01.04.05	1 t

Samtale med	Stilling	Anledning	Sted	Dato
Eirin Hongslo	Daglig leder i Norsk Bioenergiforening	Samtale, Kaffekopp kafé	Oslo	26.01.04
Ellef Grimsrud	Prosjektleder for bioenergi i Viken Skogeierforening	Samtale, FoU-workshop	Jevnaker	21.06.04
Ingunn Saur Modahl	Forsker, Stiftelsen Østfoldforskning	Gruppediskusjon, FoU-workshop	Jevnaker	21.06.04
Geir Skjevraak	Salgssjef bioenergi, Statoil Norge AS	Samtale, FoU-workshop bioenergi	Jevnaker	21.06.04

Vedlegg 2: Intervjuguider

Intervjuguide til intervju med Geir Skjevraak

Salgssjef for bioenergi, avdeling for Nordisk Energi, Statoil Norge AS
Personlig intervju, Larsen Restaurant, Majorstuen, Oslo, 25. august 2004

Introduksjon

Kan jeg ta opp på mp3-spillere?

Kort om oppgaven

OM STATOIL

- 1) Når startet Statoils bioenergisatsning? Hvordan har det utviklet seg?
- 2) Hvorfor begynte Statoil å satse på bioenergi? Hva var drivkreftene? Hva var motivasjonen?
- 3) I 2002 ble det opprettet en ny businessenhet hos Statoil som heter Ny Energi. Den jobber med de fire typene ny energi: fornybar energi, energieffektivitet, CO₂-håndtering og hydrogen. De fornybare består av: grønn el (søppelfyllingsgass kraft/varmeanlegg Grenland) og biopellets.
 - Hvor viktig er bioenergi/pellets sammenlignet med de andre satsningene i Ny Energi?
- 4) Statoil har 2 pelletsfabrikker i Norge: Brumunddal: Råmateriale fra Langemoen parkett, kunder i nærområdet. Sykkylven, Møre: Råmateriale fra rester fra møbelproduksjon.
 - Er stabil råstofftilgang den viktigste lokaliseringsfaktoren for fabrikkene? Andre faktorer?
 - Er trebearbeidende industri en bedre råvareleverandør enn for eksempel skogiere?
- 5) Hanne Lekva, leder for Ny Energi, sa i et foredrag at Statoils andel av pelletsproduksjonen er: - i Norge: 50 %, -i Sverige: 14 % og i Danmark: 50 %
 - Stemmer det? Hvor mye har Statoil mål om å øke sin andel?
 - Hva er andelen av salget av pellets i de samme landene?
- 6) Ønsker Statoil å være med i alle ledd i verdikjeden? Hvilken del er viktigst for dere? Ønsker dere å tilby en total oppvarmingspakke? Dere installerer og drifter sentralvarmeanlegg i bygårder og borettslag. Hvor tror du at den største veksten i vannbåren varme vil komme framover (småskala/storskala, tettsted/by)?
- 7) Hvordan ser dere på at bioenergi konkurrerer med deres egen fyringsolje? Hender det at dere er med å bytte ut gamle oljefyringskjeler med biokjeler i bygninger med sentralvarme?
- 8) Hvor viktig er bioenergi for Statoil sammenlignet med salg av fyringsolje? Antall ansatte, omsetning og investeringer?
- 9) Hvorfor investerer Statoil i pelletsfabrikker i Danmark og Sverige? Hvor stor andel av pelletssalget deres går til andre nordiske land? Hvor mye pellets selger dere til nordiske land, sammenlignet med hvor mye fyringsolje dere selger?

STATOILS PLANER

10) Hvordan vurderer dere de langsiktige markedsmuligheter for bioenergi i Norge? I Norden?

Du sa på FoU-workshopen at Statoil har gitt opp oljefyringsmarkedet i Sverige. På 70-tallet solgte de 170.000 tonn/år, i dag: 40.000. Det er pga økt bruk av el og bio.

– Stemmer dette?

- Vil dette kunne skje i Norge også?

11) Hva er Statoils satsningsområder innen bioenergi? Produksjon, salg, distribusjon, bygge og drifte varmesentraler, - hva er planene for investeringer og satsninger i Norge og andre land?

12) Hvordan tror dere det norske varmemarkedet vil utvikle seg? Sentralvarme i bygg, varmesentraler, nær- og fjernvarme, - hva vil vokse mest framover? Hvordan vil pelletsovnosalget utvikle seg? Vedsalget? Vil Statoil fortsette med sentralvarmeanlegg?

BARRIERER

13) Hva er hovedutfordringene for bioenergi i Norge i dag? Hvilken del av verdikjeden er dårligst utviklet? Innenfor hvilke områder trengs det FoU?

14) Hvor ligger de viktigste teknologiske hindringene? Råstoffuttak, transport, pelletering, forbrenning, infrastruktur, distribusjon, forbruk eller vedlikehold?

15) Hvor ligger de viktigste økonomiske hindringene for bioenergi?

- Hvilken betydning har elavgiften? Avgift på fyringsolje? Andre økonomiske hindre?

16) Hva er de viktigste institusjonelle hindringene for bioenergi? Lovverk (for eksempel Plan- og Bygningsloven), institusjonenes oppbygning, maktfordeling etc.

17) Hva tror du kan øke etterspørselen?

MYNDIGHETENE

18) Stortinget har et mål om en økning på 4 TWh vannbåren varme hovedsakelig fra bioenergi, innen 2010. - Hvordan ser du på mulighetene til å nå dette målet med dagens strategier og virkemidler? (investeringsstøtte for storproduksjon, tilskudd for pelletsovner)

19) Hva mener du om dagens rammebetingelser? - Hva er de viktigste grepene som bør tas for å forbedre situasjonen for bioenergi? - Er det viktigst å stimulere, - tilbuds- eller etterspørselssiden?

20) Hva slags kontakt har Statoil med myndigheter og institusjoner når det gjelder bioenergi?

BIOENERGI versus OLJEFYRING OG STRØM

21) Dere skriver på nettsiden at fordelene med bioenergi er:

”- Høy virkningsgrad og lave utslipp

- Prisene er mer stabile enn olje- og elprisene

- Trepellets er mindre utsatt for miljøavgifter

- Lett å kjøpe, lagre og bruke (spesielt ved bulk som kan leveres med tankbil)

- Enkel "påfylling" og lagring”

- Hvis bioenergi har så mange fordeler, - hvorfor markedsfører dere ikke sterkere?

22) Hvilke fordeler har de etablerte energikildene som ikke bioenergi har? På hvilken måte er de etablerte energikildene forankret i institusjonene? Hvordan kan bioenergi bli det og hvor lang tid vil det ta? – Hva er viktigst av elavgift og oljeavgift?

23) Overgangen fra fossile til fornybare energikilder, - hvordan vil den skje og hvor lang tid vil det ta?

24) Hva tror du er Statoils hovedinntektskilde om 100 år?

VURDERING AV BIOENERGIBRANSJEN

25) Betydning av nettverket innen bioenergibransjen for utviklingen framover?

26) - Hva synes du er NoBios viktigste rolle?

- Energigården: hvilken rolle spiller den i bransjen? Og Hadelands regionssatsning på bioenergi?

27) Hvilke andre aktører i bransjen vil du trekke fram som spesielt viktige?

28) Hva er Statoils rolle i den norske bioenergibransjen (og den svenske og den danske)? En viktig investeringsaktør?

SAMMENLIGNING MED ANDRE LAND

29) Hvordan vil du forklare Sverige og Finlands bioenergisuksess? Hva mangler i Norge?

FRAMTIDSBILDER

30) Scenarier for bioenergi i Norge, produksjon og bruk? 5 år, 10 år, 50 år?

Bioenergi som nisje eller viktig oppvarmingskilde? Vil vi på sikt få mest direkte bruk (ved og pelletsovner) eller vannbåren varme (biofyrte sentraler)?

Til slutt: Kan jeg sitere fra det du har sagt i intervjuet? Hvem andre i Statoil bør jeg intervju? Takk for intervjuet!

Intervjuguide til intervju med Erik Eid Hohle

Daglig leder ved Energigården. Telefonintervju 01.04.05.

OM ENERGIGÅRDEN

1) Du hadde jobbet med bioenergi andre steder først da du startet opp Energigården, - hvorfor valgte du å starte Energigården? Hvorfor har du valgt akkurat den strategien/ det konseptet du har? Hvilke alternative strategier hadde du for å jobbe for bioenergi?

2) Hvorfor har dere valgt å drive med følgende aktiviteter:

- Kurs, informasjon, demonstrasjoner, bok. (kunnskap, kompetanse)
- Undervisningstilbud og FoU, forskningsprosjekter og eksperimentering
- Nettverksbygging: regionalt (Bioregion Hadeland), nasjonalt (NoBio), nordisk (BENET) og internasjonalt/ EU (Interreg)

3) Hva mener du er Energigårdens rolle i bioenergibransjen? Hva bidrar dere med? (Utviklingsaktør? Pådriver?)

4) Hvordan finansieres Energigården?

5) Hvem er deres viktigste målgrupper? Og samarbeidspartnere?

OM BIOENERGISATSNINGEN I NORGE

6) Hva mener du kan være politiske drivkrefter for bioenergi framover?

7) Hva er de viktigste barrierene? (verdikjede, politisk, teknologisk, økonomisk, institusjonelt, kunnskap, info, FoU?)

8) Hvordan vil du karakterisere myndighetenes bioenergipolitikk (støtte versus rammebetingelser)?

9) Hvordan ser du for deg utviklingen for bioenergi 5, 10, 20 og 50 år framover? Hvor kommer veksten i etterspørsel? Råstoff fra skogen? Hvilke aktører blir viktige framover?

SAMMENLIGNING MED ANDRE NORDISKE LAND

10) Hva er den viktigste grunnen til at de andre nordiske landene har mer bioenergi enn Norge?

KONKURRANSE MED ANDRE ENERGIKILDER

11) Hvilken betydning har det for bioenergi at Norge har mye vannkraft og billig strøm?

12) Hvilken rolle spiller olje og gass for bioenergi?

13) Hva mener du er oljeselskapenes rolle i bioenergisatsningen? Hvorfor satser de på bioenergi, tror du?

Til slutt: Kan jeg sitere fra det du har sagt i intervjuet? Takk for intervjuet!

Vedlegg 3: Konferanser og foredrag

Konferanser jeg har deltatt på:

Navn på arrangement	Arrangør	Dato	Sted
Næringsutvikling med ny energiteknologi	Konferanse arrangert av Enova, SND og NFR	13.-14.11.03	Oslo
Regional bioenergidag	Seminar arrangert av Grønn Varme fra Hedmarkskogen	03.03.04	Grue i Hedmark
Oljekonferansen "OK?"	Stopp Goliat-alliansen	20.03.2004	Oslo
World Bioenergy 2004. Taking you Conference and Exhibition on Biomass for Energy from know-how to show-how	Internasjonal konferanse arrangert av Svenska Bioenergiföreningen, Svebio	02.-04.06.04	Jönköping, Sverige
Åpningskonferanse for Senter for Fornybar Energi (SFFE), ved NTNU/SINTEF	NTNU/SINTEF	17.-18.06.04	Trondheim
Bioenergi – industriell utvikling og verdiskapning. Bioenergi og entreprenørskap – fra ressurs til forretning.	Workshop for nasjonalt FoU-forprosjekt, arrangert av Bioregion Hadeland	21.-22.06.04	Jevnaker

Foredrag som refereres til i oppgaven:

Foredragsholder	Stilling	Tittel foredrag	Arrangement	Sted	Dato
Brusletto, Rune	Adm.dir., Norsk Pellets Vestmarka	Ny produksjon, oppbygging, drift og markedsutsikter	Regional bioenergidag arrangert av Grønn Varme fra Hedmarkskogen	Grue i Hedmark	03.03.04
Håbrekke, Øyvind	Statssekretær i Olje- og Energidepartementet	Seminar opening speech	SFFE-konferanse NTNU/SINTEF	Trondheim	17.06.04
Jørgensen, Per	Rådgiver, KanEnergi AS	Næringsutvikling basert på bioenergi	Workshop for FoU-forprosjekt, Bioregion Hadeland	Jevnaker	22.06.04
Lekva, Hanne	Leder for avdelingen Ny Energi i Statoils	Statoil's program on renewables	SFFE-konferanse NTNU/SINTEF	Trondheim	17.06.04
Ovesen, Gunn	Adm.dir. i SND	Bedre tilbud til gründere? Hva vil innovasjonsmeldin ga bety for norske innovatører?	Konferansen Næringsutvikling med ny energiteknologi, arr. av NFR, SND og Enova	Folkets Hus, Oslo	13.11.03
Sørum, Lars	Forsker SINTEF Energiforskning	Bioenergi - muligheter og utfordringer	SFFE-konferanse NTNU/SINTEF	Trondheim	18.06.04