

Dette er arkivversjonen Ruralis har lov til å arkivere og figurere og eksakt formatering av kapitlet er forlagets copyright. For siterbar versjon, se Etter oljen: Vår bioøkonomiske fremtid, Cappelen Damm Akademisk

Kapittel 10

Hvordan kan vi endre?

Et spørsmål om transisjon

Magnar Forbord og Lillian Hansen

Innledning

I dette kapitlet ønsker vi å få mer innsikt i hvordan bioøkonomien endrer seg, og hva som bidrar til en bærekraftig utvikling. Mennesket har alltid vært avhengig av biologiske ressurser for å overleve, det gjelder mat, klær, hus, brensel og transport samt helse og velvære. Noen av «gjennombruddene» i den tidlige «bioøkonomien» kom som resultat av systematisk arbeid, slik som kornforedling i Midtøsten for 12 000 år siden (Bjørnstad, 2010) og temming av ville hester i Sentral-Asia 5500 år tilbake (Bojs, 2017). En del nyvinninger oppsto sannsynligvis ved tilfeldigheter, for eksempel oppdagelsen av melkens koagulering i løpemagen på slaktede kalver (National Historic Cheesemaking Center, 2018), eller at en kunne produsere alkoholholdige drikker ved å gjære sukkerholdige planteprodukter (McGovern, Underhill, Fang, Luan, Hall et al., 2005). Over tid har disse og andre biobaserte innovasjoner blitt videreutviklet og bidratt til enorme endringer i natur og samfunn. Korndyrking åpnet muligheter for fast bosetting, som igjen skapte grunnlag for byer. Temming av ville dyr endret forutsetningene både for transport, matproduksjon og krigføring.

Utviklingen av bioøkonomien har aldri stoppet. I de senere år har bioøkonomien blitt aktuell på en ny måte på grunn av klimaendringene. Dette er delvis fordi bioøkonomien representerer en *løsning* på klimautfordringene og andre bærekraftsutfordringer, slik som produksjon av fornybar energi og mat. Men bioøkonomien kan også være en del av *problemet*, bl.a. reduksjon av biologisk mangfold gjennom hogging av regnskog uten ny planting og utslipp av klimagasser fra husdyr. Dette betyr at bioøkonomien kan bidra til bærekraftig endring (populært kalt «grønt skifte»¹) på to måter: 1) ved at ikke-fornybare og forurensende produksjonsfaktorer og produkter blir erstattet med fornybare og ikke-

¹ Bruken av ordet «grønn» i denne sammenheng er tvetydig og handler om mer enn biobasert økonomi (bioøkonomi). Begrepet «grønn energi», f.eks., omfatter alle former for energi som er fornybare og ikke forurensende, slik som vindmøller, solceller og vannkraft, i tillegg til bioenergi (Jänicke, 2012). For øvrig brukes uttrykket «grønn sektor» eller «grønne næringer» om landbaserte bionæringer, til forskjell fra «blå sektor», som er næringer i marine miljøer.

forurensende, og 2) ved at typer av bioøkonomi som i liten eller ingen grad er bærekraftige, blir utviklet i mer bærekraftig retning.

Vitenskapelig kan vi studere utvikling i bioøkonomien gjennom begrepet transisjon, som på norsk betyr «overgang» eller «skifte» fra noe til noe nytt. Teorigrunnlaget for studier av bærekraftige transisjoner² har blitt betydelig styrket de siste årene. Når det gjelder bioøkonomien, består denne av en rekke ulike produksjoner og forbruk. Felles er at de tar utgangspunkt i biologiske organismer eller materiale med biologisk opphav. Dette betyr at det finnes en rekke caser en kan studere. Vi har valgt å analysere to norske caser. Den første casen gjelder utvikling og etablering av produksjon av biogass basert på biologisk restråstoff og bruk av denne til transport. Den andre casen beskriver utviklingen i havbruksnæringen³ i Norge, nærmere bestemt perioden etter 1990, da havbruk ble en næring drevet av store selskaper, produksjonen ble mangedoblet og kilder til fôrråstoff ble et kritisk spørsmål.

I det videre er kapitlet bygd opp slik: I neste del beskriver vi et teoretisk rammeverk for å analysere utviklingen i bioøkonomien ut fra begrepet transisjon og et flernivåperspektiv (MLP). Deretter følger en kort redegjørelse om datagrunnlag og metode. De neste to seksjonene beskriver hver av casene. Kapitlet avsluttes med en diskusjon hvor vi analyserer casene og trekker noen konklusjoner om hvordan bioøkonomien kan bidra til bærekraftig utvikling framover.

Bærekraftige skifter teoretisk sett – transisjon

Forskere har de siste 10–15 årene utviklet ulike teoretiske rammeverk som hjelp til å analysere grunnleggende skifter i ressursbruk og produksjon av varer og tjenester (Markard, Raven og Truffer, 2012) og sikring av bærekraft (Lachman, 2013). Et mye brukt rammeverk er flernivåperspektivet («Multilevel Perspective» – MLP) utviklet av bl.a. Geels og Schot (2007). Med dette perspektivet forsøker vi å forstå hvordan sektorer og systemer endrer seg under påvirkning av ytre forhold («landskap») og ved innføring av nye teknologiske løsninger («nisjeinnovasjoner») (Geels, 2004; Geels, Kern, Fuchs, Hinderer, Kungl et al., 2016). Siden et system som bioøkonomien (Bosman og Rotmans, 2016; Van Dam, de Klerk-Engels, Struik og Rabbinge, 2005) består av ulike aktører, teknologier og reguleringer, henter MLP innsikt fra ulike vitenskapelige disipliner: sosiologi, institusjonell teori, evolusjonær økonomi og innovasjonsstudier (Geels et al., 2007). Med et slikt tverrfaglig utgangspunkt definerer MLP nøkkelelementer i systemene og mekanismer som er viktige for utvikling i systemene. Ut fra dette betrakter vi bioøkonomien som et sett av dynamiske systemer som har både en teknisk og en sosial side (sosioteknisk system). MLP bygger på at det finnes tre

² Det vanligste vitenskapelige begrepet for skifte er «transisjon» («transition» på engelsk). Imidlertid anvender vi i dette kapitlet også begrepene «skifte» og «overgang», som på norsk har samme meningsinnhold.

³ Casen vi analyserer i dette kapitlet dreier seg om oppdrett av laksefisk i saltvann. Det er da relevant å operere med samlebetegnelsen 'havbruk.' Imidlertid er havbruk en av to hovedtyper av akvakultur, hvor den andre hovedtypen er produksjon av akvatiske organismer i ferskvann (akvakulturloven, 2005). Akvatiske organismer omfatter både planter og dyr. Oppdrett av fisk i hav er den klart største akvakulturproduksjonen i Norge målt i økonomisk verdi.

grunnleggende nivåer (sfærer) som påvirker sosiotekniske systemer som bioøkonomien: sosioteknisk regime, eksogent «landskap» og nisjeinnovasjoner (Geels et al., 2016). En transisjon (et skifte) kan da defineres som en grunnleggende endring på *regimenivå*. Skiftet påvirkes i hvert enkelt tilfelle av samspillet mellom elementer på de tre nivåene. Ulike typer landskapsendringer (gradvise eller plutselige) og om nye innovasjoner er utviklet eller ikke (nisjenivå), vil påvirke utviklingen på regimenivået, for eksempel hvor radikale og omfattende endringene er. For å kunne analysere endringene må vi vite litt mer om hva de tre nivåene innebærer.

Avhengig av hvor omfattende vi legger opp analysen, kan regimenivået inneholde ett eller flere regimer. Et regime kan for eksempel være organiseringen av og teknologien i kollektivtransporten i en region og involverte aktører. Et annet eksempel er hvordan produksjon av oppdrettsfisk i en sektor er organisert, teknologier som brukes, og aktører. Begrepet 'regime' henspiller således på de formelle og uformelle reglene (institusjonene) som styrer aktørenes aktiviteter på det bestemte nivået, og hvilke innovasjoner aktørene benytter seg av. Forstavelsen sosioteknisk er for å understreke at regimet grunnleggende sett er et samspill mellom sosiale forhold (samhandling, normer, oppfatninger) og teknologier (hjelpemidler). Dette bestemmer hva som kommer ut av regimet i form av varer, tjenester og biprodukter. *Et skifte (transisjon) kan vi forstå som en grunnleggende endring på regimenivå*. Det kan dreie seg om ett eller flere regimer. I forbindelse med bærekraftig utvikling kan et skifte være at aktørene i regimet begynner å ta i bruk en helt annen teknologi for å produsere, eller at de organiserer aktivitetene på en ny måte. I mer radikale tilfeller kan endringene bestå i at aktørene i regimet byttes ut.

Sosiotekniske regimer er ikke nødvendigvis lette å avgrense. En grunn til det er at de ofte er sammensatt av ulike under- (sub-) regimer. Geels (2004) beskriver fem subregimer:

- Bruker- og markedsregime
- Teknologisk regime
- Politisk regime
- Vitenskapsregime
- Sosiokulturelt regime

Bruker-/markedsregimet er hvor selve produksjonen og forbruket foregår. Det teknologiske regimet leverer innsatsfaktorer, slik som motorteknologi til busser og fôr til fisk. Det politiske regimet vedtar og håndhever formelle regler for aktiviteter som aktørene i regimet må forholde seg til.

Vitenskapsregimet produserer ny kunnskap, mens typiske aktører i det sosiokulturelle regimet er interesseorganisasjoner og aksjonsgrupper. Et viktig fellestrekk for disse subregimene er at de består av aktører som styres av institusjoner og bruker bestemte teknologier. Teknologi må her forstås vidt (som hjelpemidler) og omfatter tekniske løsninger og metoder som bygger på materielle og ikke-materielle ressurser. Regimet kan være etablert rundt en kjerneteknologi eller bygge på et sett av teknologier. Begrepet institusjon dekker formelle lover og regler så vel som uformelle normer og symbolsystemer (Scott og Davis, 2007; Avelino og Rotmans, 2009). Dette betyr at adferd i regimet ikke bare styres av myndighetenes regler, men også av uformelle normer (regler for passende

oppførsel) og symboler (for eksempel språkbruk). Aktører i regimet er viktige for at aktivitet (med utgangspunkt i institusjoner og teknologi) kan foregå og regimet kan opprettholdes. En viktig motivasjon for aktører kan være å sikre avkastning på (materielle og immaterielle) investeringer som allerede er gjort i regimet. Dette er en årsak til at regimer har en tendens til å motsette seg radikale endringer og har tungt for å endre kurs (Garud og Karnøe, 2001).

Ikke desto mindre kan vi observere at regimer endrer seg og begynner å drive aktivitet på nye måter. Basert på MLP kan slik regimeendring vise seg på to måter: ved at institusjoner i regimet har blitt endret, og/eller ved at ny teknologi har blitt tatt i bruk. I et flernivåperspektiv påvirkes slike endringer av press fra utenfor regimet, det eksogene «landskapet», for eksempel gjennom endret miljøpolitikk, økonomiske kriser og nye preferanser blant forbrukere. I slike tilfeller vil aktører i regimet søke etter nye løsninger. På grunn av regimets konservative karakter utvikles løsninger (innovasjoner) ofte av små nettverk utenfor regimet (i nisjer), beskyttet mot vanlige markedskrefter. Eksempler er FoU-avdelingen i større bedrifter, forskningsinstitusjoner, gründere og offentlig støttede inkubatorer. Løsningene kan bestå av nye institusjoner (for eksempel nye finansielle virkemidler, nye lover) eller ny teknologi (innsatsfaktorer eller produksjonsutstyr). Aktører i regimet kan velge å ta i bruk en eller flere av slike nisjeinnovasjoner.

Indre spenninger i regimet kan forsterke insitamentet til å ta i bruk nye løsninger (Geels, 2004). Hvis spenningene vedvarer, kan aktører i regimet velge å ta i bruk radikale nye innovasjoner for å løse problemene. Over tid kan dette bygge seg opp og resultere i et grunnleggende skifte (transisjon) i regimet. Konflikter og spenninger indikerer også at aktørers makt virker inn på hvilke løsninger som vinner fram på regimenivå, og dermed regimets bærekraft (Avelino, 2017).

Data og metode

Som teorijennomgangen over har vist, er sosiotekniske endringsprosesser komplekse med til dels uklart skille mellom fenomen og kontekst og utvikling over tid. En type empirisk materiale som er egnet for å belyse slike prosesser, er relativt detaljerte beskrivelser av et begrenset antall tilfeller (Geels, 2011; Yin, 2003). Dette kalles caseorientert metode (Ragin, 1987). Til forskjell fra variabelorientert metode tillater denne metoden å anvende helhetlige (holistiske) beskrivelser av spesifikke tilfeller (Moses og Knutsen, 2007). I vårt tilfelle er det to caser som utspiller seg over en tidsperiode (fra ca. 30 år før og fram til vår tid), og som derfor godt kan beskrives gjennom en fortelling (et narrativ) (Czarniawska, 2004). I likhet med alle typer caser er de eksempler på noe mer. Måten vi knytter de spesifikke casene til mer generelle utviklingstrekk på, er gjennom det teoretiske begrepsapparatet. Det er gjennom slik abstraksjon (Yin, 2003) at spesifikke tilfeller får overføringsverdi (Lincoln og Guba, 1985). Mer spesifikt, med referanse til sosiologen Max Weber, utnytter vi teoretiske idealtyper i tolkningen av våre caser (Weber, 1971 [1922]). Antallet caser beror på forskningsdesign og på begrensninger med hensyn til tid og ressurser. Flere caser kan bidra til funn som er mer allmenngyldige, ved at funnene kan forklare både forskjeller og likheter mellom casene. I vårt tilfelle med to caser bruker vi et multiplert case-design (Yin, 2003).

Vi har forsøkt å gjøre casehistoriene sammenhengende (koherente) og troverdige ved å gi tilstrekkelige detaljer (Lincoln og Guba, 1985) og ved å benytte ulike typer data (datatriangulering) (Yin, 2003). Vi brukte tre hovedtyper av data: informantintervjuer, systematisk analyse av medieoppslag og dokumenter (inkludert nettsider).

Når det gjelder intervjuer, gjennomførte vi for case 1 – utvikling og etablering av produksjon av biogass som er basert på biologisk restråstoff, og bruk av denne gassen til transport – tre personlige intervjuer i 2016–2018, med hhv. en sjefingeniør i Trondheim kommune, to ledere i transportselskapet AtB og direktør i selskapet Biokraft AS. For case 2 – utviklingen i havbruksnæringen i Norge etter 1990 – gjennomførte vi fem personlige intervjuer i 2017–2018 med hhv. en statlig ansatt innenfor matsikkerhet, en forsker, to ansatte fra to ulike miljø- og solidaritetsorganisasjoner, og en leder i en av de største fôrproducentene i verden, alle med særlig interesse for laks og/eller laksefôr. Hvert intervju varte fra 1 til 1,5 timer og ble digitalt registrert og transkribert. Spesielt for å få klarhet i kronologien i historiene (sammenheng mellom hendelser), søkte vi systematisk på relevante nøkkelord etter avisartikler og populærvitenskapelige artikler i mediedatabasen Retriever. For case 1 søkte vi på «biokraft», «biogass», «Trondheim» og «Skogn». Ut fra dette fant vi i alt 81 relevante og ikke-overlappende reportasjer. For case 2 var nøkkelordene «fiskefôr» og «lakseoppdrett», og vi identifiserte 355 reportasjer som var publisert fra 1984 og fram til slutten av 2016. Av disse var 176 reportasjer særlig relevante, enten direkte om laksefôr eller som kontekst. Vi gikk gjennom hver artikkel og la nøkkelinformasjon inn i et Excel-ark som kunne sorteres etter år og dato. Nyhetsbildet angående laks og laksefôr ble fortsatt fulgt fra slutten av 2016 og til høsten 2018, selv om den systematiske innsamlingen ble avsluttet i 2016. I tillegg søkte vi på Internett opp relevante dokumenter (forskningsrapporter, akademiske artikler, offentlige utredninger, parlamentariske avtaler, rapporter fra frivillige organisasjoner og internasjonale organisasjoner, og årsrapporter fra bedrifter) og beskrivelser av bedrifter og organisasjoner på deres hjemmesider. Relevant informasjon fra disse kildene ble inkludert i de respektive casehistoriene.

Mens og etter at vi beskrev casene (i ord og tall), vurderte vi casene og skrev ned stikkord for analysen. Denne ble så renskrevet, diskutert og redigert (se «Diskusjon» nedenfor) ved å se fortellingene i lys av flernivåperspektivet (MLP) og dets sentrale begreper. I analysen var vi opptatt av å finne generelle utviklingstrekk og faktorer i casene, men samtidig vurdere disse opp mot den spesifikke konteksten i hver case (Ragin, 1987).

Case 1: Produksjon av biogass i Trøndelag og bruk i kollektivtransport

I september 2018 åpnet en stor fabrikk for produksjon av flytende biogass (LBG) på Fiborgtangen i Skogn like ved Norske Skogs papirfabrikk. Biogassfabrikken eies av selskapet Biokraft med hovedkontor i Trondheim. Den vil produsere 12,5 millioner kubikkmeter (Nm³) fornybar metan årlig med et energiinnhold på 125 GWh. Dersom fossilt brensel byttes ut med disse mengdene biogass,

oppnås en reduksjon av drivhusgasser i størrelsesorden 60 000 tonn CO₂-ekvivalenter årlig. Som et restprodukt produserer anlegget 20 000 tonn biogjødsel per år. Denne distribueres til bønder i regionen. Råmaterialene til biogassproduksjonen er biprodukter kategori II fra oppdrettsanlegg langs norskekysten (syk og død fisk) (80 prosent) og organisk slam fra den nærliggende papirproduksjonen ved Norske Skog (20 prosent). LBG fra Biokraft kjøpes og distribueres av det internasjonale selskapet AGA og selges som drivstoff til ulike transportselskaper i Skandinavia, bl.a. kollektivbussene i Trondheimsregionen. I første fase har Biokraft-anlegget syv fulltidsansatte.

Landskapsendringer ca. 1980–2009

Selskapet AGA begynte å distribuere mindre mengder biogass i Norge i 2008. I 2014 opererte AGA 14 biogass-tankstasjoner i Øst-Norge. En betydelig del av denne biogassen kom fra produsenter i Sverige. Selv om tester av biogassproduksjon var blitt gjennomført i Norge siden 1980-tallet, og det fantes erfaringer med produksjon av biogass fra husdyrgjødsel i andre land (bl.a. Tyskland), ser årene 2008–2010 ut til å være et vendepunkt i Norge (Sørheim et al., 2010). En viktig grunn var den økende erkjennelsen av klimaendringer nasjonalt og internasjonalt og at tiltak måtte settes i verk (Akselsen et al., 2008; Miljøverndepartementet, 2007). Akkurat i denne perioden var det at aktører i Trøndelag startet to prosjekter. Det ene var etablering av den nevnte biogassfabrikken. Det andre gjaldt omorganisering av kollektivtransporten i Trondheimsregionen.

Utvikling av Biokraft og Miljøpakken 2009–2015

Selskapet Biokraft AS ble grunnlagt i 2009 (Biokraft AS, 2016). Grunnleggerens visjon var å skape et omfattende industriselskap for resirkulering av biologiske ressurser og produksjon av fornybare bioprodukter. Grunnleggerne var ikke eksperter på biogassproduksjon. Deres spesielle kompetanse var entreprenørskap og industriell organisering. I 2009–2010 kartla de ulike biprodukter og potensielle forsyningskjeder. Dette resulterte i 2010 i etableringen av datterselskapet Biokraft Marin AS, som i 2011 bygde en fabrikk for å håndtere kategori II biprodukter fra fiskeoppdrett. I 2013 solgte Biokraft fabrikk til det Trondheimsbaserte selskapet Scanbio Marine Group, mot en avtale om at Biokraft hadde rett til å kjøpe nødvendige biologiske substrat fra Scanbio Marine i fremtiden.

Biokraft vurderte flere lokaliseringer før de i 2013 besluttet å inngå en kontrakt med skogindustriselskapet Norske Skog om å benytte en del av selskapets tomt ved siden av deres papirfabrikk i Skogn. Denne tomten hadde en havn ved fjorden. Å etablere biogassfabrikken tok betydelig lengre tid enn planlagt. Biokraft hadde fra før hatt kontakt med administrasjonen for offentlig transport i Trondheimsregionen, som de anså som en viktig potensiell kunde. Trondheim kommune, Sør-Trøndelag fylkeskommune, vegmyndighetene og det nylig omorganiserte kollektivtransportselskapet AtB hadde i 2009 etablert partnerskapet «Miljøpakken». Miljøpakken ble støttet økonomisk av staten. Et hovedmål for Miljøpakken var (og er) å utvikle en mer miljøvennlig transport i byregioner. Et skifte fra fossilt til fornybart drivstoff var et hovedelement i denne strategien. Fylkesordføreren framhevet i et avisintervju i 2013 at fylkeskommunen ønsket at

kollektivbussene skulle kjøre på biogass. Dette ville dessuten skape verdier i forlengelsen av verdikjedene for hav- og skogbruk. Men med henvisning til blant annet Sverige så Biokraft også lastebiler og private biler som potensielle brukere av LBG. Ved midten av 2011 så lederne i Biokraft for seg oppstart av biogassproduksjonen tidlig i 2013, men oppstarten måtte utsettes flere ganger.

Når det gjelder etterspørselssiden, som følge av Miljøpakken, ble leveransen av kollektiv busstransport i Trondheimsregionen fra 2009 administrert av et nytt selskap: AtB, som var eid av fylket. AtB skulle ikke kjøre busser, men kjøpe tjenester fra andre transportselskaper basert på kriterier i Miljøpakken, der ett kriterium var fornybart drivstoff. AtB visste allerede da at bussprodusenter kunne levere gassmotorteknologi, som også kunne bruke biogass. Miljøpakken finansierte de ekstra kostnadene i forhold til det petroleumsbasert drivstoff kostet, ca. 7 prosent, ifølge ledere i AtB (intervju 7. april 2017). De samme lederne oppfatter at omorganiseringen fra et kommunalt transportselskap (TT) til et administrerende selskap (AtB) eid av fylket var avgjørende for endringen mot mer bærekraftig drivstoffteknologi. En annen sterk institusjonell driver i retning fornybart drivstoff var EU-direktiver om drivstoffteknologi, som Norge må følge. Til tross for dette anbefalte fylkesrådmannen i Sør-Trøndelag i 2013 at LBG ville være for dyrt for fylket, og at buss-selskapene skulle holde seg til fossilt drivstoff. På denne tiden gikk allerede rundt 90 prosent av bybussene på flytende gass. Fylkespolitikerne fulgte imidlertid ikke fylkesrådmannens anbefaling og bestemte at Miljøpakken i forhandlinger med nasjonale myndigheter skulle finne en løsning for å kompensere for ekstrakostnadene.

For Biokraft var det et stort gjennombrudd da Enova i 2014 bevilget i alt 119,5 millioner kroner i økonomisk støtte til bygging av fabrikken. Samme år besluttet også Stortinget å avvikle avgiftsfritaket for fossil gass (LNG) i transport («veibruksavgift»), noe som gjorde LBG konkurransedyktig i pris. De politiske partiene Venstre og Kristelig Folkeparti, både lokalt og nasjonalt, var spesielt aktive for å få gjennomslag for disse avgiftsendringene. I tillegg lanserte i 2014 norske myndigheter en egen strategi for biogass (Klima- og miljødepartementet, 2014).

Leveranse av biogass og bygging av biogassfabrikken 2015–2018

På denne bakgrunn var administrasjonen i Miljøpakken i 2015 villig til å inngå en langsiktig kontrakt med Biokraft om levering av LBG. Dette fjernet den siste usikkerheten i Biokrafts biogassprosjekt. I april 2015, tre år før anlegget startet produksjonen, begynte Biokraft å selge LBG til Miljøpakken, levert fra en produsent i Sverige. Senere i 2015 inngikk Biokraft en betydelig leveransekontrakt med AGA, en stor nordisk distributør av gass. Fra da av ville AGA kjøpe all biogass som ble produsert av Biokraft, og distribuere den i Skandinavia, inkludert til Miljøpakken. Biokraft kunne nå konsentrere seg helt og fullt om å etablere biogassproduksjon. I oktober 2015 innførte den norske regjeringen til og med en økonomisk kompensasjonsordning til kollektivbusser som kjørte på biogass. Senere, i november 2015, ga Innovasjon Norge et lån på 105 millioner kroner til Biokraft-fabrikken.

Byggingen av biogassfabrikken startet i 2015. Produksjonsprosessen skulle bestå av tre steg: 1) anaerob gjæring av bioråstoffet til gass og en biorest, 2) rensing av gassen og utskilling av metangass

og 3) flytendegjøring av metangassen ved nedkjøling. Disse prosessene måtte henge godt sammen, og Biokraft bestemte seg for å organisere byggingen av fabrikken som en totalentreprise fra Purac, et svensk selskap med mange års erfaring med å levere avfallsbehandlingsanlegg. For stegene 1 og 2 ble det svenske selskapet Scandinavian Biogas engasjert som underleverandør. Dette var et selskap som i nærmere 20 år hadde utforsket og drevet gjæring av biomasse for produksjon av biogass. Sammen med forskningsmiljøer i regionen deltok dette selskapet i å utforske effektive gjæringsprosesser for Biokraft. Dette var særlig nødvendig siden det forelå liten erfaring med å bruke de aktuelle råstoffene til biogassproduksjon. I januar 2016 overtok Scandinavian Biogas som hovedaksjonær (50 prosent) i Biokraft etter selskapet TrønderEnergi, som fortsatte med å ha en betydelig eierandel. For trinn 3 ble det finske selskapet Wärtsilä valgt som underleverandør. Dette selskapet hadde i samarbeid med olje- og gassindustrien over mange år utviklet en stabil teknologi for nedkjøling av gass. I tillegg investerte Biokraft i 2017 i et anlegg for å tørke inn bioresten. Det tørkede produktet ble testet av landbrukseksperter, som fant det tilfredsstillende for bruk som gjødsel i landbruket.

Markedsmulighetene for Biokraft utvidet seg betydelig i 2015, da AGA tok over som kjøper av gassen. Ifølge en av lederne i Biokraft er AGA ikke bare en kunde, de opptre også som ekspert og veileder for Biokraft i biogass-«landskapet». Samme leder verdsetter også Enova, som han anerkjenner som en faglig tung institusjon som gir velfundert økonomisk støtte. Han ser ikke tilgang på råstoff som begrensende for videre ekspansjon av fabrikken, fordi Biokraft over tid har fått testet ulike råstoff og har etablert relasjoner til alternative leverandører av råstoff. Biokraft var i 2018 i gang med et prosjekt for å utforske muligheter for bl.a. algeproduksjon basert på restråstoff fra gassproduksjonen. Alger er aktuelle som fôr til oppdrettsfisk.

Fra 2009 til 2019 vil andelen fornybart drivstoff i offentlige busser i Trondheimsregionen ha økt fra så godt som null til nærmere 80 prosent (AtB, 2016). Biogass bidrar med rundt 40 prosent av det fornybare, mens biodiesel og elektrisitet tilfører resten. AtB bygger denne strategien for diversifisert drivstoff på konklusjoner fra en utredning utført for Sør-Trøndelag fylke i 2016, som er den ansvarlige institusjonen for offentlig transport i fylket.⁴ En slik strategi forutsetter passende typer kjøretøy. Når det gjelder biogass, har flere selskaper internasjonalt utviklet gassbusser de siste 20–25 årene, så teknologien er blitt forholdsvis moden. Utover dette opplever en av lederne i AtB direktiver fra EU som svært viktige for teknologiske innovasjoner og forbedret praksis i transportsektoren, for eksempel Euro VI-utslippsstandard, som ble vedtatt i 2014.

Tabell 10.1 gir en kronologisk oversikt over utviklingen i case 1 sortert etter kategoriene teknologi, institusjoner og aktører.

⁴ Merk at de to fylkene Nord-Trøndelag og Sør-Trøndelag fra og med 1. januar 2018 ble slått sammen til ett fylke, Trøndelag.

Tabell 10.1. Kronologi over viktige hendelser i case 1, herunder utviklingen av biogass.

Periode	Teknologier	Institusjoner	Aktører
Ca. 1980–2009: Sporadisk utprøving av biogassproduksjon	<p>Ulike substrater for produksjon av biogass testes av aktører i bl.a. Sverige.</p> <p>Prototyper av motorer som kan anvende biogass, testes ut i lokaltrafikken enkelte steder, bl.a. i Frankrike.</p> <p>Teknologi for å gjøre biogass flytende er allerede utviklet i olje- og gassnæringen.</p>	<p>Anlegg og bruk av biogass prøves ut i enkelte norske kommuner.</p> <p>I perioder prøves det ut våtkompostering og biogassproduksjon på enkelte gårdsbruk med involvering av landbruksforskere.</p>	<p>Forskere og gründere i bl.a. Sverige.</p> <p>Forskere ved Norges landbrukshøgskole (NLH).</p> <p>Innovative bønder, bl.a. på Ørlandet.</p> <p>I Norge starter AGA i 2008 distribusjon av flytende biogass produsert i Sverige.</p>
2009–2015: Utviklingsfase for produksjon av biogass og bruk av dette i Trondheimsregionen	<p>Biokraft tester blanding av restråstoff fra havbruk (kategori II) og spillvann fra papirproduksjon som substrat for produksjon av biogass.</p> <p>Biokraft inngår avtale om innkjøp av teknologi for flytendegjøring av biogass.</p>	<p>Kollektivtransporten i Trondheimsregionen omorganiseres, og selskapet AtB etableres som bestiller.</p> <p>Biokraft får økonomisk støtte til å bygge fabrikk.</p> <p>Det kommer EU-direktiver om drivstoffteknologi og tilpasning av nasjonale veibruksavgifter.</p>	<p>Gründere i Biokraft. Lokale og regionale politikere. AtB. ENOVA. Innovasjon Norge. Buss-selskaper. Bussprodusenter.</p>
2015–: Leveranser og etter hvert produksjon av flytende biogass	<p>Ved Biokrafts fabrikk sammenstilles ulike teknologier (gjæring, rensing, flytendegjøring).</p> <p>Nye råstoff testes.</p> <p>Bussruter som passer for gassdrevne busser, identifiseres.</p>	<p>Scandinavian Biogas tar over som majoritetseier i Biokraft.</p> <p>Markedet for Biokraft utvides.</p>	<p>AGA. Purac. Scandinavian Biogas. Wärtsilä. NTNU og NIBIO. AtB</p>

Case 2: Lakseoppdrett i Norge og utfordringer i fôrressurser

Havbruk er verdens raskest voksende matproduksjonssektor (FAO, 2016), og i 2013 ble laks rapportert å være den varen som skaper mest verdi i sektoren. Lakseoppdrett har de siste 50–60 årene utviklet seg til å bli en vesentlig del av den norske bioøkonomien (Falk-Andersson, Forbord og Vennesland, 2016; Forbord, Falk-Andersson, Riseth og Vennesland, 2017). En avgjørende faktor i lakseoppdrett er fôret (Jakobsen, Berge og Aarset, 2003). I lakseoppdrett står fôret for 50 prosent av de totale kostandene (Jakobsen et al., 2003). Derfor kan det å forstå utviklingen av fiskefôr gi viktig innsikt i hvordan transisjonsprosesser i bioøkonomien foregår. Som fenomen har fiskefôr mange aspekter knyttet til seg: kilder for råstoff, fiskens vekst og helse, teknologi for tilvirkning og håndtering av fôret, utviklingen i matmarkedene og bærekraft. Siden pionerdagene av moderne

havbruk (1950- til 1970-årene) har det vært fundamentale skifter ved alle disse aspektene ved fiskefôr, men også lengre perioder med kontinuitet. En vesentlig teknologisk endring var overgangen fra våtfôr til tørrfôr som skjedde i løpet av pionertiden basert på vakuum-ekstruder-metoden (Skjervold, 2015). Våtfôret ble sagt å være miljøskadelig og forurensende (Arne Wegerfeldt sitert i: Brundtland, 2015, s. 6). Selskaper med erfaring i å produsere tørrfôr til landbruket var aktive i å utvikle slik fôrteknologi, bl.a. Skretting og EWOS (Ytrestøyl, Aas og Åsgård, 2014). Forsøk og systematisk forskning i denne perioden, bl.a. gjennom opprettelsen av forsøksstasjonen på Sunndalsøra i 1971, førte til at fôrprodusentene kunne skreddersy fôret til ulike aldersklasser av fisk og øke fettinnholdet.

Landskapsendringer

Et viktig argument hva gjelder FNs bærekraftsmål 2 (utrydde sult), er at fisk, hvis drevet med på riktig måte, kan være et viktig bidrag for å møte en voksende befolknings behov for mat (United Nations, 2015). En rapport fra 2012 som er utarbeidet av en ekspertgruppe bestående av representanter fra næringen, forskere og miljøorganisasjoner, peker i samme retning: «I en verden med vedvarende befolkningsvekst, økende behov for mat og mindre landarealer tilgjengelig for matproduksjon, vil bruk av havet til produksjon av næringsrik og sunn mat trolig bli viktigere. Utviklingen av norsk havbruksnæring bør også ses i dette perspektivet» (Teknologirådet, 2012). Økende matproduksjon fra havet kan redusere presset på marginale landressurser og hindre avskoging (Asche, 2016). Gjennom årene har dette ledet til høyere priser på laks, noe som har gjort laksefôr mer attraktivt som marked. Men det har også økt trykket på fiskeolje- og fiskemelmarkedene. Fiskemel, og kanskje spesielt fiskeolje, har noen egenskaper som gjør disse produktene essensielle for laksefôr. Det gjelder spesielt EPA og DHA, som er viktige omega-3-fettsyrer. Etersom havbruk og særlig lakseoppdrett har vokst veldig, har etterspørselen etter disse ressursene økt. Næringen er avhengig av disse ressursene, noe som har skapt en sårbarhet. Det har vært tydelig ved værphenomenet El Niño i Chile, som har tatt livet av mye av fisken som skulle gått til fiskefôr, og som har ført til flere kriser i industrien. Krisene demonstrerte at fiskeolje inneholder noen komponenter som er kritiske for fiskefôr, og som ikke er lett erstattelige (Asche, 2016). Disse tilsynelatende eksogene landskapsfaktorene har sammen med ulike institusjonelle endringer, teknologiske nyvinninger og innovasjoner hva gjelder råmaterialer i fôr, ført til substansielle endringer i laksefôrindustrien.

Økonomisk krise og stor reorganisering i lakseindustrien

I 1970-årene skjøt havbruksindustrien fart, og i 1981 flyttet myndighetene ansvaret for reguleringen av industrien fra Landbruksdepartementet til Fiskeridepartementet (Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening og Eksportutvalget for fisk, 2011). I 1985 vedtok Stortinget akvakulturloven (akvakulturloven, 2005). Denne medførte at man ikke lenger trengte konsesjon for å drive klekkeri for laks, bare registrering. Dette ga overinvesteringer i lakseoppdrett (Berge, 2001; Salvanes, 1992). Mellom 1986 og 1991 økte eksporten av oppdrettsfisk fra Norge med 250 prosent, og laks og ørret stod for hoveddelen. Den raske veksten førte rundt 1990 til en økonomisk krise, og prisene på laks ble

halvert (Berge, 2001, 2002). En av løsningene, som ikke minst var fremmet av bankene, var en storstilt restrukturering av næringen, fra en rekke små lokalt forankrede bedrifter til få store selskaper. Statlige myndigheter støttet denne reorganiseringen ut fra et argument om at dette var nødvendig for å redde næringen og utvikle den videre (Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening og Eksportutvalget for fisk, 2011; Frisvoll, 2003). En institusjonell endring som gjorde dette mulig, var endring i eierbestemmelsene i akvakulturloven, slik at det nå ble mulig for en person å ha eierinteresser i flere anlegg. Dette åpnet for eierkonsentrasjon og eksternt eierskap. En annen del av løsningen på krisen var å introdusere fôrkvoter per konsesjon, noe som ble vedtatt av regjeringen i 1996 (Jakobsen et al., 2003). Dette var en endring som sammen med regulering av størrelsen på merdene og mengden fisk som kunne være i dem på 90-tallet, siden har hatt en stor påvirkning på lakseproduksjonen. En fôrprodusent forklarte i et av våre intervjuer at fôrkvotene gjorde noe med utviklingen av fôret:

[...] så når du hadde en begrenset mengde fôr du kunne bruke, så ble det en vending mot å gjøre det fôret så næringsrikt som mulig, noe som ga en produktprofilendring i retning av et veldig energitett fôr ... og slik sett en lavere fôrfaktor, og mindre press på miljøet.

Laksen blir vegetarianer

Med den flerfoldige veksten av næringen etter 1990 (Falk-Andersson et al., 2016) økte også presset på de marine fôrressursene (Deutsch et al., 2007; Naylor et al., 2000; Tacon og Metian, 2008; Ytrestøyl, Aas og Åsgård, 2015). Miljøorganisasjoner, slik som Framtiden i våre hender, påpekte at fisk som ble brukt til laksefôr, kom fra verdifull matfisk (Strøm, 2002), og advarte tidlig mot veksten i lakseindustrien. Dette, sammen med næringens behov for et mer «effektivt» fôr, førte til økt leting etter andre fôrressurser. Noe av den første forskningen på plantemel til bruk i laksefôr (Carter og Hauler, 2000) viste at soyabønnemel og erteproteinkonsentrat kunne erstatte 33 prosent av fiskemelproteinet i ekstrudert laksefôr.

I 2002 ble Aquaculture Protein Centre etablert som et senter for fremragende forskning i Norge (Hanssen og Lie, 2012, 26. november). Senteret var et samarbeid mellom NMBU, Veterinærhøgskolen og Nofima, og de jobbet med å sikre bærekraftig vekst av havbruksnæringen ved blant annet å finne formålstjenlige proteinkilder og vegetabilsk og mikrobielt råstoff til laksefôr. Senteret fant dog også at laksen av natur ikke er skapt for å spise for mye vegetabilske ingredienser. Annen forskning støtter dette (Lindhjem, 2008, 13. oktober). Man må sikre at minimumsbehovet av EPA og DHA er dekket (se bl.a. Kleivdal, Chauton og Reitan, 2013).

Figur 1 viser utviklingen i andelen av de ulike typene av fôringredienser i perioden 1990 til 2016. Vi ser at fôret i 1990 inneholdt rundt 90 prosent animalsk og ingen vegetabilske råmaterialer. I 2000 derimot hadde bruken av animalsk råmateriale blitt halvert og erstattet med vegetabilsk råmateriale. I 2016 hadde andelen animalsk råmateriale blitt redusert til rundt 25 prosent, mens de vegetabilske råvarene kom opp i hele 70 prosent andel av fôret.

[Figur 10.1 inn her](#)

Figur 10.1. Utviklingen i sammensetning av ingredienser til laksefôr 1990–2016. Kilde: Aas, Åsgård og Ytrestøyl (2018).

En av de viktigste kildene til planteprotein i fiskefôr er soya. Framtiden i våre hender har vist gjennom flere rapporter hvor mye av den importerte soyaen som går til oppdrett. Det har vært en enorm vekst siden 2000 (Lindahl, 2014). Men rapporten til Lindahl viser til flere utfordringer knyttet til soyaproduksjon. Soyaen som brukes i norsk fiskefôr, kommer hovedsakelig fra store plantasjer i Brasil, og det hugges ned regnskog for å etablere disse plantasjene. Regnskog og andre skogområder lagrer enorme mengder karbon i jorda og er viktige for klimaet. Det samme er ikke tilfellet med soyaplantasjer. De er monokulturer, som dominerer på bekostning av biologisk mangfold i et område. Mange arter er derfor truet som følge av etablering av soyaplantasjer. Brasil har også det høyeste forbruket av sprøytemidler i verden. Soyaprodusentene står for 52 prosent av den brasilianske sprøytemiddelbruken. Dette er et viktig poeng fordi antall sprøytemidler som er tillatt i Brasil, er mye høyere enn i de fleste andre land. Et annet viktig poeng er at det økende presset på naturressursene fører til økende trusler og vold mot miljøvernere (Lundeberg og Grønlund, 2017).

Alternative fôrkilder

Søket etter alternative fôrressurser har fortsatt. Sánchez-Muros, Barroso og Manzano-Agugliaro (2014) viste i sin review-artikkel at insekter kan være en mulig fôrkilde. I 2017 publiserte Belluco, Halloran og Ricci (2017) funn som demonstrerte dette som et alternativ til å bruke sårbare arealer. Insekter kan det drives oppdrett på, og de vokser fort, og kan slik dekke proteinbehovet til laksen. I 2017 ble EUs regulering for insekter også godkjent i Norge, slik at flere insekter nå er lov å bruke som fôr og mat (Mattilsynet, 2017, 27. januar). De to fôrgigantene Skretting og Cargill er begge godt i gang med prosjekter med insekter som fôrkilder. Trevirke som fôr er et annet alternativ det jobbes med. En review-artikkel av Øverland og Skrede (2017) argumenterer for at å bruke lignocellulose fra trær kan bli en bærekraftig matkilde for laksen. En annen oppfinnelse er å bruke soppen zygomyces, kultivert på avfallsvann fra papirproduksjon, som proteinkilde til laks (Edebo, 2009). Nofima og oppdrettsaktører samarbeider i et prosjekt for å dyrke raps som er genmodifisert, til å produsere de viktige EPA- og DHA-fettsyrene til laksefôr. I tillegg foregår det mye forskning på mulighetene til å bruke tare til laksefôr, men det er foreløpig vanskelig å gjøre produksjonen effektiv og lønnsom nok (Myrhol, 2018).

Internasjonalt samarbeid for å utvikle en bærekraftstandard

Økologisk bærekraft har fått stadig mer oppmerksomhet. Etter en åtteårsperiode (siden 2004) publiserte the Steering Committee of the Salmon Aquaculture Dialogue (SAD), som er initiert av WWF, en standard for bærekraftig lakseoppdrett med flere prinsipper for bærekraft (WWF, 2018). Fra Norge deltok tre aktører: fôrprodusenten Skretting, lakseprodusenten Marine Harvest og Sjømat Norge. Flere av prinsippene har betydning for laksefôr: 1) Råmaterialene i fôret skal være sporbare, 2)

inkluderingsraten av villfisk som kan gå direkte til human konsum, skal være under en viss grense, 3) vill pelagisk fisk skal ikke overfiskes, og 4) råmaterialer som soya skal være sertifisert, og informasjon om GMO i fôret skal gis til kjøperne. SAD førte til etableringen av organisasjonen Aquaculture Stewardship Council (ASC), som driver med sertifisering av lakseoppdrettsanlegg. Mange selskaper i Norge har fått sine anlegg sertifisert, og WWF oppfordrer konsumenter til å kjøpe ASC-sertifisert laks. Men ASC laks er fortsatt vanskelig å finne i norske butikker (Røed, 2018, 9. mars). ASC-standarden har blitt kritisert for ikke å være streng nok, blant annet av Framtiden i våre hender. Forskeren Bryceson ved NMBU er også skeptisk til ASC-standarden, fordi han mener den er drevet fram av industrivennlige miljøorganisasjoner (Gulbrandsen og Sjuve, 2017).

Tabell 10.2 gir en kronologisk oversikt over utviklingen i case 2 sortert på kategoriene teknologi, institusjoner og aktører.

Tabell 10.2. Kronologi over viktige hendelser i case 2.

Periode	Teknologier	Institusjoner	Aktører
1950–1990: Fra våtfôr til tørrfôr	Våtfôr hadde flere utfordringer. Teknologier som ekstrudering og vakuüm-coating muliggjør utviklingen av tørrfôr.	Havbruksnæringen reguleres. Formålet er å sikre lokal, småskala produksjon for å øke sysselsetting og bevare kystsamfunn.	To store selskaper utvikler tørrfôr: EWOS og Skretting. Flere forskningsnisjer er involvert, særlig for å forbedre resepter for fôr.
1990–1996: Økonomisk krise og reorganisering	Ingen store endringer, men fôrkvoten fører til et mer konsentrert fôr.	Økt liberalisering av lakseoppdrett – bidrar delvis til overproduksjon og krise. Fôrkvoter blir innført for å re-regulere næringen.	Store selskaper tar over det meste av fiskeoppdrettsproduksjonen. Konsentrasjon av eierskap.
1996–2018: Soya og andre alternative fôrtiler	Forskning på laksefôr og -ernæring muliggjør at laksen kan spise mer vegetarisk. Soya blir en av de største fôråvarene – noe som gir utilsiktede konsekvenser. Det forskes etter hvert på andre fôrtiler, som trevirke, alger og insekter.	Det utvikles en internasjonal bærekraftstandard, ASC, for laksenæringen som blant annet omfatter fôr.	Nye aktører påvirker næringen, blant annet miljøvernorganisasjoner. Fører til organisasjonen Aquaculture Stewardship Council (ASC). Forskningsorganisasjoner.

Diskusjon

Våre to caser er eksempler på utvikling i bioøkonomien i Norge. Case 1 viser utvikling over en relativt kort periode (ti år), mens case 2 gjelder en lengre periode. Spørsmålet vi ønsket svar på, er hvordan bioøkonomien utvikler seg, og hva som bidrar til utviklingen. For begge casene gir det mening å legge et flernivåperspektiv til grunn. Det skjer en endring på det sosiotekniske regimenivået i begge casene over tid. Det etableres ny produksjon og nye forbruksmønstre. I begge casene trigges grunnleggende regimeendringer av forhold på landskapsnivå: i case 1 av nasjonale og internasjonale tiltak for å

motvirke klimaendringer, i case 2 av den globale økonomiske krisen rundt 1990. Videre viser casene at aktører i regimene tolker eksterne endringer (landskapsendringer) og agerer ut fra tolkningene. Motivet kan være å løse utfordringer som har oppstått pga. landskapsendringene, og/eller utnytte muligheter som har oppstått. Dog er aktørene maktesløse uten ressurser. De to grunnleggende ressurstypene er teknologi og institusjoner (Avelino og Rotmans, 2009). Begge casene viser at aktører kan få tilgang til nye ressurser i nisjer utenfor regimet. Nedenfor foretar vi separate analyser av hvilken betydning henholdsvis teknologi, institusjoner og aktører har hatt for utviklingen (transisjonen) i de to casene med utgangspunkt i tabellene 10.1 og 10.2. Deretter avslutter vi med noen kommentarer om bærekraft og videre utvikling.

Teknologi

Den teknologiske løsningen som brukes i Biokrafts biogassfabrikk, ble satt sammen av enkeltteknologier (gjæring, rensing og flytendegjøring) som i det store og hele var utviklet før selskapet ble etablert i 2009. Denne utviklingen var gjort i nisjer utenfor Biokraft, slik som testing av substrater i Sverige siden 1990-tallet. Det teknologiske arbeidet til Biokraft har bestått av to deler. Den ene er videreutvikling og optimering av én av teknologiene (gjæring). Den andre er sammensetning av enkeltteknologiene til et hele som fungerer for de aktuelle råstoffene. Når det gjelder drivstoffteknologi i kjøretøyene, var denne også i stor grad utviklet (i utlandet) før kollektivtransporten i den aktuelle regionen ble omorganisert i 2009. Det som har skjedd siden, er tekniske tilpasninger til regionen.

Når det gjelder case 2 (laksecasen), var utviklingen fra våtfôr til tørrfôr en av de avgjørende hendelsene i den første perioden (fram til ca. 1990). Også to teknologier fra andre sektorer (som kan betraktes om nisjer) var viktig: ekstrudering og vakuumpåleggning. Ved å kombinere disse to teknologiene ble det mulig å masseprodusere et fiskefôr med høy konsentrasjon av energi (fett) som samtidig kunne skreddersys til ulike aldersklasser av fisk. Etter omorganiseringen og volumøkningen som følge av den finansielle krisen rundt 1990 endret utfordringene for førsituasjonen seg. Nå ble tilgang til råstoff avgjørende, og aktørene begynte å lete etter funksjonelle alternativer. Dette trigget stegvise teknologiske innovasjoner. Den viktigste av disse etter 1996 var forskning som påviste at laksen kan spise vegetarkost. Soya ble en av de største førkildene. Etter at en erfarte bærekraftsutfordringer knyttet til produksjon av soya (bl.a. ødeleggelse av regnskog), ble det utviklet teknologiske løsninger for å produsere fiskefôr fra andre råstoff, slik som trevirke, alger og insekter. Flere av disse er fortsatt på forskningsstadiet.

Institusjoner

I case 1 var det flere institusjonelle faktorer som la til rette for at biogassfabrikken kunne bli etablert. Én faktor var omorganiseringen av kollektivtransporten i den aktuelle regionen i 2009. En annen faktor var EU-direktiver om drivstoffteknologi og tilpasning av nasjonale veibruksavgifter. En viktig institusjonell endring senere var da teknologiselskapet Scandinavian Biogas ble hovedaksjonær i

Biokraft. Når det gjelder laksecasen, var nisjeteknologier og bransjen allerede godt utviklet rundt 1990, til tross for de økonomiske krisene på den tiden. Det hadde til da vært så gode tider i lakseindustrien at det hadde ledet til overproduksjon. Banker og statlige myndigheter gikk inn for å redde situasjonen, og en helt ny type aktør tok over: store selskaper med mindre lokal tilknytning. Innføringen av førkvoter på 1990-tallet var også en vesentlig institusjonell endring, som førte til videreutvikling og effektivisering av fôret. Videre har laksecasen vist nye allianser mellom regimeaktører og nye aktører (Geels et al., 2016). Et godt eksempel er at miljøvernorganisasjonen WWF initierte Salmon Aquaculture Dialogue (SAD), og sammen med næringsaktører og forskere utviklet sertifiseringsstandarder Aquaculture Stewardship Council (ASC), som er en internasjonal institusjon.

Aktører og makt

Teknologier og institusjoner er ressurser som verken utvikles eller aktiveres av seg selv. Det trengs aktører for å gjøre dette. Aktørenes makt til å «gjøre noe» avhenger av tilgang på ressurser. Avelino og Rotmans (2009) definerer makt som «... aktørers evne til å mobilisere ressurser for å oppnå et bestemt mål» (s. 550, vår oversettelse). Her forstår de ressurser bredt: Det kan være personer, materialer, mentale ressurser – som idéer, informasjon og tro –, kapital i form av humankapital, sosial kapital og penger, naturressurser og ting. Denne forståelsen av makt understreker betydningen av å ha tilgang til ulike ressurser og det å kunne kombinere dem på måter som gir grunnlag for ny aktivitet (Håkansson, Ford, Gadde, Snehota og Waluszewski, 2009). I dette ligger at enkeltpersoner («gründere») er viktige, men at de er aller mest effektive når de klarer å etablere relasjoner til andre aktører. Et veldig godt eksempel på dette er grunnleggeren av Biokraft, som etter eget utsagn ikke var noen ekspert på biogass. Hans ekspertise var entreprenørskap.

Med hensyn til makt viser begge casene hvordan ulike former for makt utøves gjennom å mobilisere ressurser. Noen aktører demonstrerer *innovativ* makt, kapasitet til å skape eller mobilisere nye ressurser. Ikke minst skjer dette på nisjenivå, for eksempel i oppstarten av lakseoppdrett i Norge og gjennom teknologiutviklingen i Sverige forut for etableringen av Biokraft. Andre aktører utøver *transformativ* makt (gjelder begge casene), det vil si evne til å endre fordeling (distribusjon) av ressurser og/eller å erstatte gamle ressurser med nye ressurser (Avelino et al., 2009). Eksempler på dette er å endre bruken av biprodukter fra lakseoppdrett til bruk i biogassproduksjon og bruk av soya til framstilling av laksefôr. Casene demonstrerer også *forsterkende* makt, det vil si evnen til å etablere, instituere eller konstruere en distribusjon av ressurser. Institusjoner som førkvotene og ASC har for eksempel vært viktige for utviklingen av laksefôr. Alliansen mellom miljøvernorganisasjoner og næringsaktører i laksecasen er et eksempel på utøvelse av *systemisk* makt, det vil si kollektiv mobilisering av ressurser av aktører innen et sosialt system, i dette tilfellet lakseoppdrettsbransjen. Den systemiske makten er dog ikke mulig uten både innovativ, transformativ og forsterkende makt. De to casene demonstrerer dermed at teknologi, nye innsatsfaktorer og institusjonsendringer ikke alene kan bidra til å endre et sosioteknisk regime. Endring forutsetter interaksjon og koordinering med

aktører innenfor og utenfor regimet. Men i hvilken grad kan endringene vi har beskrevet, sies å være bærekraftige?

Hvor bærekraftig?

De to casene demonstrerer på ulike måter utvikling i retning av en mer bærekraftig bioøkonomi og derigjennom et bærekraftig samfunn. Imidlertid er det ikke snakk om noe som er absolutt bærekraftig, bare *mer* bærekraftig. Dette er mest åpenbart i laksefôr-casen: Laksen har blitt mer bærekraftig gjennom et fôr som har blitt utviklet ved at aktører har klart å finne nye kilder, særlig til proteiner, og produsere fôret på en mer effektiv måte. Men foreløpig er dette svak bærekraft, siden de nye løsningene så langt har medført nye problemer og negative virkninger (eksternaliteter) for andre systemer, slik som økosystemet i regnskogen. Nye kilder til fôret, fra insekter og trevirke, kan være noe av løsningen, fordi disse kildene ikke er i så stor konflikt med annen matproduksjon – foreløpig. Men vi vet per i dag ikke konsekvensene av for eksempel insektsoppdrett i stor skala. Når det gjelder biogass-casen, vil vi hevde at det bærekraftige skiftet er mer omfattende, i og med at det har skjedd en systematisk og omfattende overgang fra ikke-fornybar til fornybar energibruk. En del av dette er at Biokrafts virksomhet bidrar til at restråstoff fra havbruk inngår i en sirkulær økonomi. Samtidig er det blitt skapt arbeidsplasser. Case 1 har således bidratt til en bærekraftig systemendring innen deler av transportsektoren. Når det gjelder case 2, har etableringen av fiskeoppdrett som næring åpenbart endret matvaresystemet. Det er imidlertid vanskelig ut fra denne casestudien å avgjøre hvor dyptgripende systemendringen har vært, og i hvilken grad den har vært bærekraftig.

Konklusjon – en svale gjør ingen sommer, men ...

Vi har i dette kapitlet analysert to eksempler på endring (transisjon) i bioøkonomien. Det må selvsagt mange slike caser til, både i og utenfor bioøkonomien, for at man skal kunne konstatere et bærekraftig skifte i samfunnet i stort. Men siden enhver case kan være noe utover seg selv, kan lærdom fra ett tilfelle anvendes i utvikling av andre tilfeller. I dette kapitlet har vi forsøkt å trekke lærdom fra de to eksemplene (biogass og havbruk) ved å benytte et flernivåperspektiv på endring. Dette kan forhåpentligvis inspirere til å gjennomføre lignende analyser av andre sektorer i bioøkonomien og øke kunnskapen om forutsetningene for «grønne skifter». Vi må understreke at fordi det er dynamiske systemer vi står overfor, kan slike skifter aldri oppnås en gang for alle, de må stadig skapes og videreutvikles.

Referanser

- Akselsen, O., Ryan, I., Brekk, L.P., Solberg, E., Høybråten, D. & Sponheim, L. (2008). *Avtale om klimameldingen av 17.1.2008. Merknader til St.meld. nr. 34 (2006–2007) Norsk klimapolitikk*. Oslo: Stortinget.
- akvakulturloven (2005). *Lov om akvakultur. LOV-2005-06-17-79*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-79>
- Asche, F. (2016). Fishmeal and Oil: Why Bother? Opportunities and Challenges. Paper. Nordic Marine Think Tank Symposium. North Sea Centre, Hirtshals, Danmark, 29.–30. august.
- AtB (2016). Framtidig rutestruktur med superbuss i Stor-Trondheim 2019–2029. Materiell, miljø, drivstoff og anlegg (delrapport 4). Trondheim: AtB.
- Avelino, F. (2017). Power in Sustainability Transitions: Analysing power and (dis) empowerment in transformative change towards sustainability. *Environmental Policy and Governance*, 27(6), 505–520.
- Avelino, F. & Rotmans, J. (2009). Power in Transition: An Interdisciplinary Framework to Study Power in Relation to Structural Change. *European Journal of Social Theory*, 12(4), 543–569.
- Belluco, S., Halloran, A. & Ricci, A. (2017). New protein sources and food legislation: the case of edible insects and EU law. *Food Security*, 9(4), 803–814.
- Berge, D.M. (2001). *Dansen rundt gullfisken. Næringspolitikk og statlig regulering i norsk fiskeoppdrett 1970–1997* (avhandling). Molde: Institutt for administrasjon og organisasjonsvitenskap, Universitetet i Bergen og Møreforskning.
- Berge, D.M. (2002). *Marked og statlig regulering i norsk fiskeoppdrett etter 1986* (Notat nr. 63). Bergen: Institutt for administrasjon og organisasjonsvitenskap, Universitetet i Bergen.
- Biokraft AS (2016). *Årsrapport 2015*. Hentet fra www.biokraft.no
- Bjørnstad, Å. (2010). *Vårt daglege brød. Kornets kulturhistorie*. Ås: Vidarforlaget AS.
- Bojs, K. (2017). *Min europeiske familie de siste 54 000 årene*. Oslo: Spartacus Forlag AS.
- Bosman, R. & Rotmans, J. (2016). Transition Governance towards a Bioeconomy: A Comparison of Finland and The Netherlands. *Sustainability*, 8(10), 1017.
- Brundtland, H. (2015). Startskuddet. EWOS Forum - Knowledge makes the difference, 2, 6–7.
- Carter, C.G. & Hauler, R.C. (2000). Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, 185(3), 299–311.
- Czarniawska, B. (2004). *Narratives in Social Science Research*. London: Sage publications.
- Deutsch, L., Gräslund, S., Folke, C., Troell, M., Huitric, M., Kautsky, N. & Lebel, L. (2007). Feeding aquaculture growth through globalization: Exploitation of marine ecosystems for fishmeal. *Global Environmental Change*, 17(2), 238–249.
- Edebo, L.B. (2009). *Zygomycetes for fish feed. Patent*. Hentet fra <https://patents.google.com/patent/US20090136617A1/en>
- Falk-Andersson, J., Forbord, M. & Vennesland, B. (2016). Mapping the bioeconomy: biological resources and production in forestry, agriculture, fisheries and aquaculture across Norway (Report 16/2016). Tromsø: Norut.

- FAO (2016). The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all (rapport). Hentet fra <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>
- Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening og Eksportutvalget for fisk (2011). *Norsk havbruk* (brosjyre). Hentet fra https://sjomatnorge.no/wp-content/uploads/2014/04/eff_fhl_komplett_lowres.pdf
- Forbord, M., Falk-Andersson, J., Riseth, J.Å. & Vennesland, B. (2017). Current industrial uses of biological resources and products in Norway. A cross-sectoral view on the bio economy (Report 12/2017). Tromsø: Norut.
- Frisvoll, S. (2003). Beslutningsrapporter i havbruket. Lokale eieres valg i møte med globale og lokale forhold (Rapport 7/03). Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.
- Garud, R. & Karnøe, P. (2001). *Path dependence and creation*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Geels, F.W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6–7), 897–920.
- Geels, F.W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 24–40.
- Geels, F.W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., Neukirch, M. & Wassermann, S. (2016). The enactment of socio-technical transition pathways: A reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). *Research Policy*, 45(4), 896–913.
- Geels, F.W. & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399–417.
- Gulbrandsen, L.O. & Sjuve, C. (2017, 7. august). *Professor vil ha umiddelbar stans i salget av scampi i Norge: - Byr på store problemer*. Dagbladet. Hentet fra <https://www.dagbladet.no/mat/professor-vil-ha-umiddelbar-stans-i-salget-av-scampi-i-norge---byr-pa-store-problemer/68526764>
- Hanssen, T.M. & Lie, E. (2012, 26. november). *Fish feed for sustainable aquaculture*. Hentet fra <https://phys.org/news/2012-11-fish-sustainable-aquaculture.html>
- Håkansson, H., Ford, D.I., Gadde, L.-E., Snehota, I. & Waluszewski, A. (2009). *Business in Networks*. Hoboken, N.J.: Wiley.
- Jakobsen, S.-E., Berge, D.M. & Aarset, B. (2003). *Regionale og distriktpolitiske effekter av statlig havbrukspolitikk* (Arbeidsnotat nr. 16/03). Bergen: Samfunns- og næringslivsforskning AS.
- Jänicke, M. (2012). “Green growth”: From a growing eco-industry to economic sustainability. *Energy Policy*, 48, 13–21.
- Kleivdal, H., Chauton, M.S. & Reitan, K.I., (red.) (2013). ProAlgae. Industrial production of marine microalgae as a source of EPA and DHA rich raw material in fish feed – Basis, knowledge status and possibilities. Final report. Bergen: Uni Research / SINTEF.
- Klima- og miljødepartementet (2014). *Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi*. Oslo.
- Lachman, D.A. (2013). A survey and review of approaches to study transitions. *Energy Policy*, 58, 269–276.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. London: Sage.

- Lindahl, H. (2014). Godt brasiliansk. En kartlegging av soyaforbruket i norsk landbruk og oppdrettsnæring. Oslo: Framtiden i våre hender.
- Lindhjem, G.B. (2008, 13. oktober). *Plantefôr forstyrrer fordøyelsen*. Hentet fra <https://forskning.no/fiskehelse-oppdrett/2008/10/plantefor-forstyrrer-fordoyelsen>
- Lundeberg, H. & Grønlund, A.L. (2017). *Fra brasiliansk jord til norske middagsbord. En rapport om soya i norsk laksefôr*. Oslo: Framtiden i våre hender og Regnskogfondet.
- Markard, J., Raven, R. & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967.
- Mattilsynet (2017, 27. januar). *Insekter til bruk i fôr*. Hentet fra https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/for/insekter_til_bruk_i_for.25298
- McGovern, P.E., Underhill, A.P., Fang, H., Luan, F., Hall, G.R., Yu, H., Wang, C.-S., Cai, F., Zhao, Z. & Feinman, G.M. (2005). Chemical Identification and Cultural Implications of a Mixed Fermented Beverage from Late Prehistoric China. *Asian Perspectives*, 44(2), 249–275.
- Miljøverndepartementet (2007). *Norsk klimapolitikk (St.meld. nr. 34 2006–2007)*. Oslo: Departementet.
- Moses, J.W. & Knutsen, T.L. (2007). Ways of knowing: competing methodologies in social and political research. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Myrhol, F.K. (2018, 2. november). *Norsk tare kan brukes som fiskemat*. Hentet fra <https://forskning.no/planteverden-partner-ntnu/norsk-tare-kan-brukes-som-fiskemat/1254855>
- National Historic Cheesemaking Center (2018). *History of Cheese*. Hentet fra <https://nationalhistoriccheesemakingcenter.org/history-of-cheese/>
- Naylor, R.L., Goldberg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., ... Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405(6790), 1017–1024.
- Ragin, C.C. (1987). *The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. Berkeley: University of California Press.
- Røed, H. (2018, 9. mars). *Er sertifisert oppdrettslaks godt nok?* Hentet fra <https://www.aperitif.no/artikler/er-sertifisert-oppdrettslaks-godt-nok/432350>
- Salvanes, K. (1992). Norsk oppdrettsnæring: marknadssvikt eller styringssvikt? Ein analyse av næringsutvikling og offentlig regulering (Arbeidsnotat nr 95). Oslo: Stiftelsen for samfunns- og næringslivsforskning.
- Sánchez-Muros, M.-J., Barroso, F.G. & Manzano-Agugliaro, F. (2014). Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 16–27.
- Scott, W.R. & Davis, G.F. (2007). *Organizations and organizing: rational, natural, and open system perspectives*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education.
- Skjervold, P.O. (2015). Laksen, vårt nyeste husdyr. De første årene. i P. O. Skjervold (red.), *Akvakulturhistorien - fortellingen om en suksess* (s. 5–13). Ås: Vitenparken, Campus Ås.
- Strøm, T. (2002). Lakseoppdrett: matproduksjon eller matdestruksjon? - en undersøkelse om fôrforbruket i norsk lakseoppdrett (Rapport 2/2002). Oslo: Framtiden i våre henders forskningsinstitutt (FIFI).
- Sørheim, R., Briseid, T., Haraldsen, T.K., Linjordet, R., Wittgens, B., Hagen, Ø., ... Krokann, K. (2010). *Biogass - Kunnskapsstatus og forskningsbehov*. Ås: Bioforsk.

- Tacon, A.G.J. & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1), 146–158.
- Teknologirådet (2012). *Fremtidens lakseoppdrett (Rapport 1)*. Hentet fra <https://teknologiradet.no/wp-content/uploads/sites/19/2013/08/Rapport-Fremtidens-lakseoppdrett.pdf>
- United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Hentet fra http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- Van Dam, J.E.G., de Klerk-Engels, B., Struik, P.C. & Rabbinge, R. (2005). Securing renewable resource supplies for changing market demands in a bio-based economy. *Industrial Crops and Products*, 21(1), 129–144.
- Weber, M. (1971 [1922]). *Makt og byråkrati*. Oslo: Gyldendal.
- WWF (2018). *Creating Standards for Responsibly Farmed Salmon*. Hentet fra <https://www.worldwildlife.org/pages/creating-standards-for-responsibly-farmed-salmon>
- Yin, R.K. (2003). *Case study research : design and methods*. Thousand Oaks, California: Sage.
- Ytrestøyl, T., Aas, T.S. & Åsgård, T. (2014). *Resource utilisation of Norwegian salmon farming in 2012* (Report no. 36/2014). Ås: Nofima.
- Ytrestøyl, T., Aas, T.S. & Åsgård, T. (2015). Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Aquaculture*, 448, 365–374.
- Øverland, M. & Skrede, A. (2017). Yeast derived from lignocellulosic biomass as a sustainable feed resource for use in aquaculture. *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, 97(3), 733–742.
- Aas, T.S., Åsgård, T. & Ytrestøyl, T. (2018). Fôrressurser og deres utnyttelse i norsk lakseoppdrett. *Nfexpert 2*, 40–41.