

Smith Innovation
Working Papers
Series



Symbioser | i med- og modgang

Om planterødder, aber og smålandske kokosnødder og jagten på industrielle symbioser der kan lukke vores ressourcekredsløb

Mikkel A. Thomassen, august 2026

Indholdsfortegnelse

Symbioser i med- og modgang	1
Om planterødder, aber og smålandske kokosnødder og jagten på industrielle symbioser der kan lukke vores ressourcekredsløb	1
Ledelsesresumé	3
Essayets udgangspunkt	3
Essayets centrale indsigter	3
Gode råd	4
Indledning.....	6
Vi har aldrig været alene	7
Symbioser i det meste.....	7
Symbiosebegrebets ophav – om aber og lav	7
Symbioser – på godt og ondt	8
Naturens markedsplads og markedets natur – Er der forskel på økonomiens og naturens logikker?.....	13
Industrielle symbioser – om kunsten at sidde mellem to stole	16
Industrisymbioser som felt	16
Virksomhedens grænser og markedets mellemformer	18
Virksomheden som en måde at reducere markedets omkostninger på.....	18
Virksomheden som et sæt af kompetencer.....	19
Virksomheden som kontrakt	20
Virksomheden som rutiner.....	21
Sammenfatning på teorier om virksomheder og markedets mellemformer	21
Outro I: Ingen symbioser er ens – om affald, energi og biomasse	23
Outro 2: Hvilken slags økonomi taler vi om: om smålandske kokosnødder og kameralisme	25
Litteraturliste	31

Ledelsesresumé

Essayets udgangspunkt

Industrielle symbioser er lokale samarbejder, hvor virksomheder udveksler stedbundne ressourcer for at udnytte reststrømme og lukke ressourcekredsløb. Industrielle symbioser har fået fornyet betydning, nu når økonomiens fysiske grundlag igen træder frem. Hvor vidensøkonomien rettede blikket mod kunder, kompetencer og byer, retter ressourceøkonomien det mod de steder, hvor energi produceres, materialer findes, og rør og kabler samles.

Dette essay undersøger hvad symbioser er, hvordan de virker, hvordan og hvornår de opstår og om de altid er gode og i givet fald for hvem. Det sker med afsæt i tre positioner:

- **Symbioser i naturen;** hvad kan rødder, lav og andre biologiske organismer lære os om symbioser.
- **Teoridannelser om hvorfor vi har virksomheder** og dermed også om, hvornår det kan betale sig at svække virksomhedens grænser til fordel for, eksempelvis, industrielle symbioser.
- En **økonomihistorisk perspektivering** hvor industrielle symbioser kan ses som en tilbagevenden til *kameralismen*, der modsat både liberalismen og merkantilismen betoner det regionales betydning for at skabe robuste og autonome økonomier.

Essayets centrale indsigter

Tre ting vi kan lære af naturen og biologien:

- **Relationerne er en del af det, vi er.** Essayets biologiske afsæt er, at organismer ikke først er selvstændige og derefter indgår i symbioser. De bliver til og fungerer gennem dem. Overlevelse handler dermed ikke kun om at adskille sig fra andre, men også om de udvekslinger, man indgår i.
- **Gensidige fordele er ikke en selvfølge.** Symbioser kræver investeringer, og parternes bidrag og udbytte må følges løbende, fordi relationen også giver mulighed for snyd. Der ligger samtidig et spændingsforhold i selve afsættet: Symbioser opstår for at udnytte knappe ressourcer, men kræver et overskud for at kunne etableres.
- **En symbiose skal passe til sit sted og sin tid.** Udbyttet afhænger ikke blot af ressourcestrømmen, men også af omgivelserne og tidspunktet. Erfaringer kan derfor ikke uden videre overføres mellem symbioser. Hvad, hvor meget og hvornår der udveksles – selektering, dimensionering og synkronisering – må afstemmes løbende.

Tre centrale indsigter fra økonomiske teoridannelser om firmaets grænser:

- **Hvorfor en symbiose frem for markedet – eller én virksomhed?** Det forpligtende samarbejde skal have sin begrundelse. Hyppige udvekslinger og gensidigt afhængige investeringer kan tale imod løse markedsrelationer, mens behovet for forskelligartede kompetencer kan tale imod at samle aktiviteterne i én virksomhed. Symbiosen er en mellemform, hvis relevans afhænger af disse forhold.

- **Ejerskab handler også om retten til det, man endnu ikke kender.** Symbioser kan skabe sidestrømme og muligheder, som ikke kunne forudses ved etableringen. Fordelingen af ejerskab og residuale rettigheder handler derfor også om, hvem der har interesse i og forudsætninger for at udvikle de muligheder, der viser sig undervejs.
- **Et match mellem ressourcestrømme er ikke nok.** Virksomheders rutiner gør driften mulig, men kan samtidig gøre det svært at skifte spor. Et samarbejde afhænger derfor ikke alene af aftaler og tekniske forbindelser, men også af om virksomhederne kan ændre indarbejdede handlemåder og få deres forskellige praksisser til at fungere sammen.

Tre centrale indsigter fra økonomisk tænkning gennem tiden med særlig vægt på kameralismen som alternativ til liberalismen og merkantilismen:

- **Symbioser kan ændre økonomiens væremåde – ikke kun dens materialestrømme.** Essayet spørger, om symbioser er et ekstra lag på den eksisterende økonomi, eller om ændrede relationer også ændrer, hvem virksomhederne er, og hvad de gør. Kameralismen bruges som historisk parallel til en situation, hvor opgaven er at udvikle lokale ressourcer og teknologiske muligheder, fordi ressourcer ikke blot kan tilføres udefra.
- **Det lokale rummer muligheder, men ikke alt kan eller skal gøres lokalt.** Linnés projekt bruges som inspiration til at undersøge stedets råstoffer, produktionsskikke og endnu uudnyttede muligheder. Men historien giver også anledning til teknologiskepsis: Den nyeste løsning er ikke nødvendigvis den relevante. Og ønsket om lokal selvforsyning må ses i forhold til menneskers behov og præferencer – lokale byggematerialer behøver ikke følges af lokale kaffeestatninger.
- **Lokal forankring er ikke det samme som central styring.** Essayet fremhæver risikoen for, at kameralismens tætte forbindelse mellem stat og teknologi koncentrerer magt og forskylder hvis interesser, der varetages. Det åbner derfor spørgsmålet om en anden organisering: Kan regional arbejdsdeling udvikles med afsæt i civilsamfund, igangsættere og virksomheder? Her bliver lokal viden og forbindelsen mellem produktion og brug et muligt afsæt, uden at staten nødvendigvis sidder for bordenden.

Gode råd

Gode råd til dig, der som virksomhed overvejer at indgå i en symbiose

1. **Spørg først, hvorfor det skal være en symbiose.** Kunne udvekslingen klares gennem almindelige køb og salg? Eller kunne aktiviteten ligge i jeres egen virksomhed? Det forpligtende samarbejde skal have sin begrundelse i udvekslingernes karakter, investeringernes indbyrdes afhængighed og behovet for kompetencer, som ikke nødvendigvis hører hjemme under samme tag.
2. **Afstem, hvad I skal udveksle, hvor meget og hvornår.** En tilgængelig reststrøm og en mulig anvendelse er et udgangspunkt, ikke et færdigt samarbejde. Selekttering, dimensionering og synkronisering skal hænge sammen. Og de skal kunne tages op igen, når produktionen, behovene eller omgivelserne ændrer sig.

3. **Undersøg, hvad samarbejdet kræver, at I selv ændrer.** Virksomheden består også af rutiner, erfaringer og indarbejdede måder at træffe beslutninger på. Kan I ændre dem, hvor samarbejdet kræver det? Og kan jeres måde at arbejde på fungere sammen med partnerens? En teknisk forbindelse er ikke i sig selv en organisatorisk forbindelse.
4. **Tag stilling til retten til det, I endnu ikke kender.** Nye anvendelser og sidestrømme kan vise sig undervejs. Ejerskabet handler derfor ikke kun om at fordele den værdi, I allerede kan beregne, men også om, hvem der har interesse i og mulighed for at udvikle det endnu ukendte. Den aktør kan være en anden end den, der fylder mest ved etableringen.
5. **Følg udbyttet – ikke kun leverancen.** Aftal, hvordan I følger parternes bidrag, omkostninger og gevinster, og hvordan I tager en ændret balance op. Det, der var en fordel ved etableringen, behøver ikke være det senere. Gensidig fordel er noget, der skal vedligeholdes, ikke blot forudsættes.

Gode råd til dig, der hjælper med at etablere symbioser lokalt, eksempelvis i en kommune

1. **Begynd med stedet, ikke med modellen.** Undersøg, hvad der er til overs, hvad der er brug for, og hvilke aktører der kan forbinde de to. Erfaringer fra andre symbioser kan inspirere, men materialerne, virksomhederne og deres historie er ikke nødvendigvis de samme. Det lokale er en del af forklaringen, ikke blot projektets adresse.
2. **Find ud af, hvilken opgave der faktisk skal løses.** Mangler der aftagere, en aktør, som kan tage ansvar for koordineringen, eller tid til at opbygge anvendelserne? Essayets eksempler peger på forskellige udfordringer. At mangle en afsætningskanal til et materiale er ikke det samme som at skulle finde anvendelse for meget store varmemængder.
3. **Bliv ved, når materialekortlægningen er færdig.** Kortlægningen kan synliggøre mulighederne, men det efterfølgende arbejde med at få samarbejdet til at fungere kan være både længerevarende og mere krævende. Afklar derfor også brobyggerens rolle i den fase, hvor samtalerne kommer tættere på virksomhedernes interne og fortrolige forhold.
4. **Hjælp parterne med at få deres udvikling til at følges ad.** Det er ikke nok, at virksomhedernes behov og leverancer passer sammen på et enkelt tidspunkt. Mængder, kapacitet og tidsforløb må kunne følges ad. Opgaven er derfor også at afstemme afhængigheden over tid, ikke alene at bringe de første parter sammen.
5. **Undersøg, hvor initiativet kan forankres.** Hvem kender produktionen, hvem forstår brugen, og hvem har interesse i at drive samarbejdet videre? Essayet åbner for, at virksomheder, igangsættere og civilsamfund kan være udgangspunkt for den lokale arbejdsdeling. Det giver anledning til at afklare kommunens rolle frem for på forhånd at tage den for givet.

Indledning

Dette skriv handler om symbioser. Mere præcist *industrielle symbioser*, hvor virksomheder lokalt udveksler stedbundne ressourcer.

Men lad os starte med begyndelsen. Livets begyndelse.

For cirka 3,5 milliarder år siden opstod de første celler på jorden – med en membran til at holde noget ude, noget inde og lade noget passere. Liv i sin grundform består af både adskillelse og sammenkobling. Membranen skal både beskytte og åbne op. Nogle gange afvise. Andre gange invitere indenfor.

Der er et *mig*. Og et *dig*. Men hvornår er der et meningsfuldt *vi*? Det er vel altid spørgsmålet – uanset om man er en celle, et menneske eller en virksomhed, der overvejer at indgå i en industriel symbiose.

Spørgsmålet er universelt. Og alligevel mere aktuelt end længe. Verden er forbunden. Ikke bare mentalt og globalt. Men også fysisk og lokalt. Elektricitetens frie bevægelse står på vindmøllefundamenter i beton. Kunstig intelligens fødes i kølevand, siliciumchips og kobberforbindelser. Decentralisering af data og energi et sted. Centralisering af selvsamme andre steder. Hænder, heste, vandmøller, kraftværker og nu datacentre og power to X: Energiens historie, menneskets historie, har altid været stedbunden også selv om vi for en tid glemte det i en verden, hvor stofskiftet blev så sammensat at det først blev usynligt og siden uønsket. ”Mølle” indgår i stednavne over hele landet – fordi møller både var vigtige og noget vi var stolte af. Hvad skal der til før ”solcelleparkvej 2” eller ”datacentergade 4” findes i fremtidens stedsregistre?

I det vi kaldte vidensøkonomien var kunderne og kompetencerne flaskehalsen. Og byen – den attraktive og store by – svaret. I ressourceøkonomien er de fysiske flows igen afgørende. Der hvor vinden blæser, hvor hydrogenet spaltes, og rør og kabler samles, der må vi også være. Ruhr-distriktet og Nordengland med sine mine- og industribyer – vi har været her før. Men denne gang med nye geografiske bindinger – måske Varde, Aabenraa og Rønne er vor tids vedvarende energipendanter til Essen, Manchester og de øvrige kulbyer fra den tidlige industrialisering. For når ressourcer samles få steder, er der ofte meget til overs. Og hvem kan retfærdiggøre datacentre og power to X-anlæg i milliard- og gigawattklassen uden udnyttelse af restvarme og sidestrømme på en planet, hvis kassekredit for længst er gået i rødt? Et enkelt datacenter kan fuldt udbygget bruge mere el end der i dag bruges i Storkøbenhavn – det meste af energien ender som overskudsvarme efter at have kølet computerne ned. Hvad der skal ske med al den varme, er et godt spørgsmål – især fordi langt hovedparten af datacentrene af hensyn til infrastrukturen *ikke* kommer til at ligge tæt på København eller andre større byer.

Symbioser kalder vi det, når aktører finder sammen og deler og optimerer ressourcestrømme lokalt. Men hvad er symbioser, hvordan virker de, er de altid et gode og i givet fald for hvem og hvad ved vi om hvordan og hvornår de opstår? Tanken om gensidige fordele er smuk. Men vi har mere end 3,5 milliarders erfaring med at livet opstår, ikke bare i udvekslingen men også i adskillelsen. Så hvorfor invitere indenfor?

Vi har aldrig været alene

Symbioser i det meste

Symbiose er et biologisk begreb. Som en medarbejder på Asnæs varmekværk brugte som reference, da han til den undrende omverden skulle fortælle om, hvad man havde gang i på Kalundborg-egnen: industrielle symbioser kaldte han det. Og sidenhen er det, med Kalundborg som ground zero, blevet standardbetegnelsen for, hvordan forskere og praktikere internationalt taler om den slags tætte ressourcensamarbejde (se eksempelvis Ehrenfeldt og Gertler 1997).

Men hvad er det så for et biologisk begreb, vi henviser til med tanken om *industrielle symbioser*. Lad os tage referencen seriøst og se hvad vi kan lære af, hvordan symbiosebegrebet blev til i naturvidenskaben og hvad vi ved om symbioser i naturen i dag.

Den gode nyhed først: Vi (planter og dyr) er disponeret for symbioser. Eller rettere: Vi kan kun fungere, fordi vi indgår i en symbiose. Eller endnu mere præcist: Vi er en symbiose. For som Gilbert, Sapp og Tauber argumenterer for i en artikel fra 2012: *We have never been individuals* – der er ikke noget afgrænset jeg. Rundt regnet 90% af cellerne i vores krop er bakterier – altså ikke vores "egne". Uden et tæt parløb med hundredvis af bakterier bare i vores tarme (der 150-dobler vores "egen" genmasse), vil vi ikke overleve. Og selv de gener, vi kalder vores egne og viderefører til næste generation, er resultater af symbioser i tidernes morgen. 90% af alle planterødder i uberørt natur fungerer, fordi de indgår i tæt parløb med svampe (mykorrhiza er betegnelsen for denne symbiose).

Vi (mennesker, dyr og planter) er ikke "individer", men "holobionter", det vil sige en integreret samling af organismer i gensidig udveksling. Symbioser er ikke noget, der sker oven på eller efter, vi først er dannet som selvstændige enheder – det er udgangspunktet og forudsætningen. Den naturlige udvælgelse sker ikke på individniveau men blandt holobionter; det er vores relationer snarere end vores enkeltdele, der udgør "konkurrenceevnen". Miniblæksprutten *Euprymna Scallops* mangler et lysorgan og ville være blind, hvis den ikke absorberede den selvlysende bakterie *Vibrio Fisheri*. Kvinders brystmælk indeholder sukkerstoffer, som babyer ikke kan optage, men som er i høj kurs hos bestemte bakterier, som igen er vigtige for børns tarmsystem – vi får bogstaveligt talt symbioser ind med modermælken.

I det lys bliver det også svært at fastholde immunologiens oprindelige tanke om, at vores sundhed er afhængigt af et bolværk mod en fremmed og fjendsk verden. Snarere er det et system, der holder tingene sammen ved at tillade de rigtige udvekslinger – som Gilbert, Sapp og Tauber formulerer det (side 332): "to obey the immune system is to become a Citizen of the holobiont".

Symbiosebegrebets ophav – om aber og lav

Og hvorfor var det så svært at indse denne samhörighed – dette "distribuerede jeg". Ifølge Gilbert, Sapp og Tauber fordi vi med Darwin fik en forståelse af, at livet handler om klart definerede individer i konkurrence med hinanden; at det definerende element alene var den unikke celle, der gør aber til aber, solsikker til solsikker og mennesker til mennesker. En tanke om selvstændighed der fuldt ud flugter de samtidige modernitets tanker om det frie individ i fri udfoldelse og i fri konkurrence. Livet er i denne forståelse "af struggle for life", som kun tillader udvalgte arter at overleve – for nu at citere undertitlen

(“preservation of favoured races in the struggle for life”) til Darwins hovedværk om arternes oprindelse fra 1859.

Og hvad ”forstyrrede” så dette verdensbillede om stadig større differentiering blandt arter – denne forståelse af, at vi overlever gennem vores selvstændighed og ikke vores forbundethed. Det gjorde såmænd noget så beskedent som en lille, langsom vækst på klipper og bark: lav. De klassifikationssystemer, som Linne og kollegaer udviklede i 1700-tallet, satte en sand klassifikationskamp i gang – alle dyr og planter skulle kategoriseres. Og her var lav lidt af et problem. For var det en alge, en svamp eller noget helt tredje? Med udgangspunkt i Darwins ”life of tree” kunne det ikke være begge dele – man går som art enten ud af den ene eller anden gren. Derfor var Simon Schwendeners ”dobbelthypotese” i 1867 (at lav var en kombination af både alger og svampe) problematisk og blev afvist kategorisk af de førende forskere (Honegger 2000)). Men i længden var det svært at afvise Schwendeners præcise observationer med tidens nyeste lysmikroskoper fra Jena: de lange svampetråde i lav har indoptaget alger, der som tak for husly bidrager med næring fra fotosyntesen. Nogle år senere betegner først Albert Bernhard Frank og siden Anton de Bary denne relation som en ”symbiose” forstået som ”the living together of unlike-named organisms”.

Symbiosebegrebet var født. Måske verdens udvikling ikke er et binært ”life of tree” med stadig mere specialiserede grene og mennesket som overaben over dem alle, men snarere et ”web of life” hvor arter udvikler sig på kryds og tværs, og nye hybrider opstår, også selv om de i udgangspunktet er langt fra hinanden. En forståelse der også betegnes som ”Reticulate Evolution” eller ”Reticulate Evolution School” (”reticulate” betyder ”mønster” eller ”netværk”)

Symbioser – på godt og ondt

Men hvordan fungerer symbioserne så – hvad ved vi om det i dag?

Lad os tage udgangspunkt i den formentlig mest udbredte symbiose verden over (Kiers m.fl. 2011): ægteskabet mellem planterødder og svampe kendt som *mykorrhiza* eller på dansk blot *svamperod*. Et ægteskab der i kort form består i at planter (som modsat svampe kan lave fotosyntese) forsyner svampe med sukkerstoffer, mens svampene forbedrer planternes optag af vand og næringsstoffer og andet godt.

Som sagt – vi er disponeret for (/resultatet af) symbioser: ”truly non-bycorrhizal plant species are genera are remarkably rare in nature and the great majority of plants are mycotrophic to some degree” (Jonsson m.fl. 1997, side 580). Men kan relationen også have en negativ eller neutral effekt? Symbioser er ikke altid et gode. Ligesom man indenfor økonomien taler om ”free riders”, taler man i biologien om ”cheaters”; eksempelvis svampe, der ”klæ’r” sig ud som nyttige svampe, og derfor modtager sukker uden at bidrage aktivt til plantens ve og vel. I artiklen ”reciprocal rewards stabilize cooperation in Mycorrhizal symbiosis” (2011) viser Kiers m.fl., hvordan planterødder er i stand til konstant at følge, hvilke svampe der bidrager mest, og med centimeterpræcision kan allokere sukkerstoffer hen til lige præcis den del af rodnettet.

En indsigt med mulig betydning for industrielle symbioser er med andre ord: *Konstant monitorering er vigtig i symbiotiske forhold.*

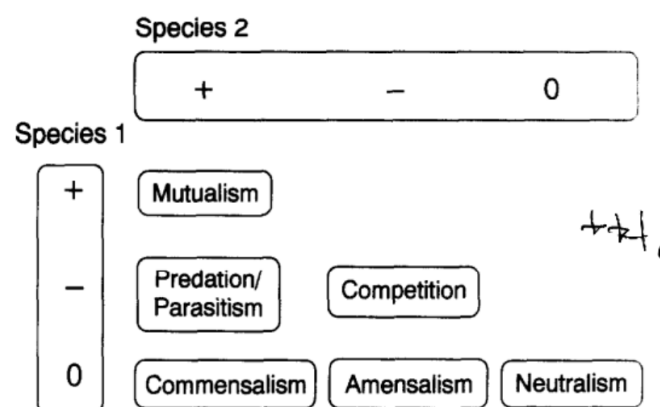
For planten (og svampen for den sags skyld) er symbioser med andre ord en løbende afvejning af "when costs exceed benefits" (Johnson m.fl. 1997). Men i hvilken valuta skal værdien opgøres? Overlevelse og udbredelse er (i bedste darwin-stil) en måde at opgøre værdien på. I landbruget vil biomasse ofte være en vigtig indikator. Men måske er det der tæller for en plante grundlæggende, hvor meget af dens *kulstofsbudget* den skal allokere – en allokering der ikke er ubetydelig og varierer fra 4% til 20% af plantens totale carbonbudget (Johnson m.fl. 1997).

Pointe: Det er ofte betydelige investeringer forbundet med at være i en symbiose.

Regnestykket er der ikke helt enkelt. I nogle tilfælde er rodnettet faktisk i stand til at vende ressourcestrømmen og tage opsamlet kulstof tilbage fra svampene. Kulstoffet vandrer ikke bare mellem svamp og den enkelte plante men kan også bevæge sig fra en plante til en anden gennem det samlede rodnet. Og endelig handler symbiosen ikke kun om udvekslingen af begrænsede ressourcer. Symbioser påvirker plantens sammensætning på mange måder og bidrager dermed bredt til dens trivsel. Eksempelvis kan planter nøjes med at etablere et mindre rodnet takket være svampene, hvilket i sig selv er en kulstofbesparelse.

Pointe: Der er mange bundlinjer i en symbiose – også nogle der rækker ud over det der udveksles direkte mellem vært og indflytteren ("symbionten").

Modsat den daglige brug af ordet, er symbioser altså ikke altid gode. Symbioser handler, jf. den oprindelige definition fra Bary, blot om at nogle enheder, der i udgangspunktet er forskellige indgår i tæt interaktion. Relationen kan antage mange former, som påpeget af blandt andet Bronstein 1994:



Tætte relationer, der er til begge parter fordel, kaldes med andre ord "mutualisme" og er en blandt flere typer af symbioser.

Pointe: Symbioser er ikke altid til begge parter fordel.

Og hvad afgør så udfaldet en symbiose? Mange ting er i spil – det handler ikke kun om planten og svampen og den direkte udveksling men også det bredere miljø, udvekslingen sker i (Johnson m.fl., 1997, side 576):

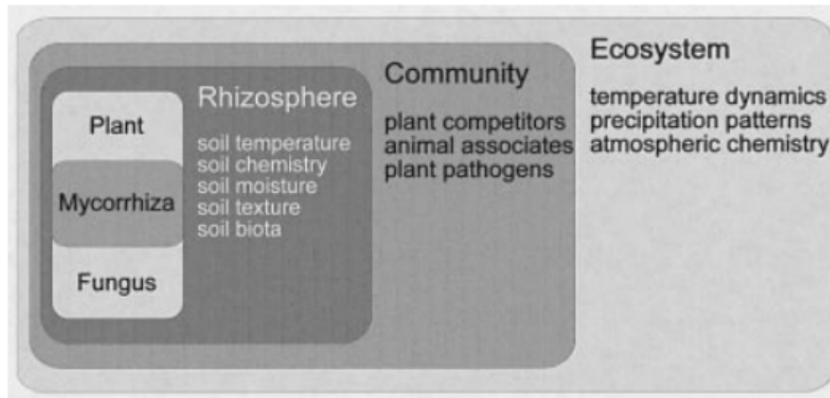


Figure 2. The functioning of mycorrhizal systems is mediated by a hierarchy of abiotic and biotic factors.

Lidt frit oversat, kan man med industrielle symbioser i mente måske sige det sådan, at en symbiose har fire lag:

- Selve udvekslingen: infrastrukturen og det der udveksles direkte,
- Tæt på: det nærmiljø som bestemmer begge parter trivsel,
- Midt imellem: et bredere "community" der afgør konkurrencen fra andre aktører, og hvor stor knaphed der er, på de ressourcer symbiosen handler om (og dermed behovet for symbiosen) og
- helheden: det samlede "øko-system" der skaber betingelse for både denne og andre symbioser.

Pointe: Der er flere lag i at få en symbiose til at fungere. Det handler ikke kun om den direkte relation mellem to parter men også den helhed, som relationen finder sted i.

Denne flerhed indebærer også, at symbiotiske forhold er meget forskelligartede - svampen *Rhizoctonia solani* giver smukke orkideer, men forårsager sygdom for mange andre planter; eksempelvis i kartofler og ris – og foranderlige – i starten kan dannelsen af mykorrhiza sætte en plante tilbage i vækst, hvilket så opvejes senere i forløbet. Som Johnson m.fl. 1997 bemærker: "The balance between net costs and net benefits is remarkably dynamic through the development of a mycorrhizal association and is dependent of interactions with the environment" samt "short-term losses are often compensated by long-term gains".

Gevinster ved symbioser er ekstremt foranderlige og afhængige af lokale forhold. Og ofte en langsigtet investering.

Symbioser handler om at give adgang til og forbedre udnyttelsen af knappe ressourcer. Af samme grund kan man også se, at symbiotiske aktiviteter forsvinder, mindskes eller bliver ubalancerede (parasitiske), hvis den knappe ressource der var årsag til symbiosen, pludselig bliver rigelig; eksempelvis hvis der tilføjes gødning til jorden. Samtidig kan for meget knaphed gøre, at planter ikke har overskud til at investere i symbiosen – får en plante eksempelvis mindre lys, bliver karbon en dyrere ressource at give videre (Johnson 1997).

Symbioser eksisterer for at forbedre brugen af knappe ressourcer, men for megen knaphed kan gøre, at der ikke er ressourcer til at etablere og vedligeholde symbiosen.

Ét er hvordan symbioser opstår. Noget andet er, hvordan de opretholdes når de påvirkes udefra. Det undersøger Kiers m.fl. (2010) med udgangspunkt i, hvor robuste symbioser er i forhold til klimaændringer, og når her frem til følgende seks faktorer (side 1468):

Table 3 Characteristics that increase the resilience of mutualisms under anthropogenic environmental change and the benefits they confer

Characteristics of resilient mutualisms	Evolutionary benefit
Lack of strict dependence	Offers flexibility in times of rapid change
Rapid evolution	Allows partners to respond to changes in the environmental and each other
Broad or novel niches	Increases the exploitation potential of rapidly changing conditions
Strict control over partners	Increases the potential for associating with only high quality partners
Tolerance	Reduces potential costs of partners when shifting into new ecological contexts
Protection from environmental variation	Engineering of optimal conditions buffers against environmental fluctuations

Tabellen opstiller en afvejning, som vi skal vende tilbage til i diskussionen om økonomiske teoriers syn på tætte samarbejdsrelationer: hvor på kontinuummet fra "tæt koblet" til "løst koblet" er det bedst at placere sig. At være mindre afhængig af den anden aktør (faktoren "lack of strict dependence") gør selvsagt parterne mindre afhængige af hinanden, hvilket mindsker sårbarhed, men vil jo samtidig betyde, at der er mindre incitament til at investere i symbiosen. "Strict control over partners" fremmer mulige gevinster ved den tætte kobling, men den reducerede selvbestemmelse gør det samtidig svært at bryde ud af relationen, hvis den ikke længere er frugtbar.

Pointe: Robuste symbioser skal hele tiden opveje fordele og ulemper ved at være henholdsvis tættere og løsere koblinger.

Med inspiration fra Bronstein (1994) kan man måske sige det sådan, at der er tre balancer, der skal håndteres i at skabe symbioser, der er til begge parter fordel (der er en mutualisme).

Synkronisering: Symbioser er "extremely dynamic". Hvad og hvem, der har fordel over tid, varierer betydeligt – hvilket både gælder for den enkelte symbiose og i et længere evolutionært perspektiv. Hvis forholdet alene bliver bestemt af, hvad der har været gældende

tidligere (under andre rammebetingelser) eller her og nu, vil mange mutualistiske symbioser ikke opstå.

Dimensionering: Generelt kan det være svært at være for lille, hvis man gerne vil tiltrække en symbiotisk partner. Skjoldcikader ("membracids") har 40% større chance for at overleve, når de optræder i større flokke, hvilket blandt andet hænger sammen med at de har nemmere ved at tiltrække myrer, som beskytter dem mod deres naturlige fjender. Men dimensionerne skal være rigtige. Større træer har tilsvarende lettere ved at tiltrække ønskede myrer, men er træet for stort, kan myrerne ikke overkomme at passe på hele træet. Størrelserne skal passe, hvilket også taler for at udviklingen gerne skal afstemmes (så begge parter størrelse følges ad).

Selektering: Hvor de to første forhold handler om at blive enige om, *hvornår* og *i hvilket omfang* der er brug for symbiotiske relationer, handler den sidste dimension slet og ret om at få afstemt, hvilken knap ressource, der er genstanden for symbiosen. Som nævnt reducerer planter deres symbiotiske aktivitet, hvis der bliver lettere adgang til den ellers knappe ressource. Det vil derfor være afgørende for en robust symbiose, at den baserer sig på udvekslingen af ressourcer, som er knappe på den lange bane.

Symbioser kræver at aktørerne (enten selv eller gennem mediering) er i stand til at synkronisere, dimensionere og selektare deres indbyrdes afhængighed i en løbende proces.

Skulle man sammenfatte disse indsigter fra symbioser i naturen til, hvad der *kunne* (forudsat at de fungerer efter samme mekanismer) gælde for industrisymbioser og deres etablering, vil det være følgende: *Der er betydelige investeringer forbundet i en symbiose, der er til begge parter fordel. Udbyttet afhænger ikke bare af ressourcestrømmen i sig selv men også timing og det omkringliggende miljø. Så udbyttet er ekstremt afhængigt af tid og sted, og erfaringer fra en symbiose kan være svære at overføre til en anden. Symbioser er drevet af at forbedre udnyttelsen af knappe ressourcer, men kræver samtidig et overskud for at blive etableret. Gevinsterne ved symbioser ændrer sig løbende, og der er mulighed for snyd (parasitter), så løbende monitorering og feedback er afgørende. Synkronisering (hvornår skal der udveksles), dimensionering (hvor meget skal der udveksles) og selektering (hvad skal udveksles) er centralt for dannelsen og vedligeholdelsen af symbioser.*

Naturens markedsplads og markedets natur – Er der forskel på økonomiens og naturens logikker?

Alt dette tager udgangspunkt i, hvad der gælder for symbioser i naturen. Hvad der gælder for virksomheder og økonomiske aktører i *industrielle symbioser* handler næste afsnit om.

Men måske alligevel en refleksion over det eventuelle sammenfald mellem naturens og økonomiens logikker. Det er slående hvor mange økonomiske termer, der bruges i ovennævnte artikler i deres beskrivelsen af naturlige symbioser: "reward", "service", "cost-benefit" (Bronstein 1994), "biological market", "best rate of exchange", "rewards" (Kiers m.fl. 2011), "costs" (Kiers m.fl. 2010), "consumer", "carbon budget", "net costs" (Johnson m.fl. 1997), Eller tag nu bare følgende citat fra *biologen* Dawkins (1978) citeret fra Johnson m.fl. 1997:

"...we must expect lies and deceit, and selfish exploitation of communicating to arise whenever the interest of the gens of different individuals diverge".

Først tænkte jeg, at det var en tilfældighed i de her nævnte artikler. Men der er mere til det end som så. Som Gilbert, Sapp og Tauber påpeger (2012, side 329):

"Since the classical writings of Henri Kilner Edwards (1827) and Rudolf Leuckart (1851) the physiological view of animal individuality regards the organism as comprised of parts that cooperate for the good of the whole. Complexity of animal organization is accompanied by the increasing division of labor among organs, a concept derived from Adam Smith's conception that socioeconomic progress in complex societies results from the division of labor"

Altså: Den naturvidenskabelige lære om levende organismer (fysiologien) har et økonomisk / samfundsfagligt begreb som et centralt udgangspunkt. Adam Smith var ikke bare økonomiens "fader", men i et vist omfang også fysiologiens "farfar". I takt med at det religiøse verdensbillede mistede terræn i 1800-tallet var både samfunds- og naturvidenskaben i parløb (eller uden at skelne mellem det vi i dag vil opfatte som meget forskellige videnskabelige grene (Darwins tree of life igen – suk) optaget af at forstå, hvordan verden var opstået og udviklede sig med ambitionen om at afdække fælles evolutionære lov-mæssigheder for både natur og samfund.

Derfor finder man betragtninger om "det naturlige" i samfundstænkning (Hobbes taler om samfunds "state of nature", Rousseau om menneskers "natural state" etc.) med hyppige referencer til "animal societies". Og man finder tilsvarende økonomiske begreber og tænkemåder i naturtænkningen med henvisning til arbejdsdeling, gæld, balance og konkurrence. (Gontier et al 2025): History of Symbiosis, Elsevier). Som Stefan Müller-Wille påpeger i *The Economy of Nature in Classical Natural History* fra 2012 har udvekslingen af tænkning og metaforer mellem natur- og økonomitænkning været underbelyst, selv om den både logisk og historisk er langt mere udbredt end senere maskinmetaforer for naturen.

Koblingen mellem økonomi- og naturtænkning går ifølge Müller-Wille tilbage til antikken, men bliver særlig udtalt i en forholdsvis kort periode startende med den svenske biolog Linnes *System Naturae* fra 1735 og frem til Darwins *Arternes Oprindelse* fra 1859. Linne introducerer udtrykket "economy of nature" (som også er en publikation, han udgiver 1749 i samarbejde med studerende Isaac J. Biberg) til at beskrive den balance naturen får gennem indbyggede reguleringer. I det 17. århundrede blev "økonomi" stadig brugt i den oprindelige græske forståelse af at handle om "det at have styr på sin husholdning" og kan derfor ikke i sig selv sidestilles med det, vi i dag vil forstå med økonomi (Pearce 2010). Men ifølge Müller-Wille beror Linnes tanker om regulering af naturens system på "a system of autonomously reproducing beings spreading over localities, where they relate to each other as independent transactors of goods and services...".

Linne beskriver altså i Müller-Willes udlægning, hvordan en samlet balance i et system kan opnås *uden*, at det er udtryk for nogen overordnet (guddommelig) plan eller (central) styring. Referencen til tankerne om styring gennem et frit marked (= hvor transaktioner besluttet decentralt og med afsæt i egne, lokale behov uden en overordnet styring) er mere end nærliggende og ekspliciteres fuldt ud af Linne i hans essay *Politia nature* fra 1760 (citater gengivet fra Müller-Willie, min fremhævelse), hvor Linne skal forklare, hvorfor naturens orden ikke bare havner i ren tyranni og kaos:

*"it is difficult, if not impossible, to discern beginning and end in divine works. In a circle, namely, runs everything. **No less so than on weekly markets.** At first one only sees, how a great mass of people spreads out, in this or that direction, while nevertheless each of them has his home, from where he approached and to where he will proceed".*

Og det er jo et helt vildt citat. Ikke bare fordi vores idéer om balancer i naturen i bund og grund er et økonomisk begreb (hvilket jo gør det lidt besynderligt, når økonomisk teori under ét til tider anklages for ikke at have forståelse for naturens balancer). Men først og fremmest fordi Linnes citat falder 16 år tidligere end udgivelsen af *Wealth of Nations*, hvor Adam Smith en enkel gang bruger udtrykket "den usynlige hånd" om markeders evne til at skabe central orden gennem decentrale beslutninger.

Hvis Adam Smith med sine tanker om arbejdsdeling kan siges at være en farfar til fysiologien, vil det som minimum ditto være passende at kalde Linne "(far)far" til tanken om orden gennem frie markedstransaktioner. Økonomisk og naturvidenskabelig tænkning er i sit udgangspunkt sandelig en sammensat størrelse: Det var ikke naturvidenskabsfolk, der fandt på tanken om balancer i naturen. Og det var ikke økonomer, der fandt på tanken om selvregulerende markeder.

Linne er, som Lisbet Koerner pointerer i sin bog *Linnaeus: Nature and Nation* fra 2001, ikke bare naturvidenskabsmand og biolog. Hans arbejde med at opdage og klassificere planter kan i høj grad forstås som et økonomisk projekt, der med inspiration fra den tyske økonomiske statstænkning *kameralismen*, skal gøre Sverige og Norden selvforsynende med regionalt forarbejdede afgrøder og råstoffer.

Det er derfor ikke tilfældigt, at den økonomiske tænkning havde en konstituerende rolle for etableringen af naturforståelsen i 17- og 1800-tallet. Og ikke overraskende at forholdet mellem frisættelse (det

selvstændige individ / organisme) og forbundethed (sammenhæng og afhængighed) går igen både i natur- og samfundstænkningen med liberale og darwinistiske idéer på den ene side og socialistiske og symbiotiske ideer på den anden.

Thomas Malthus' værk *An essay on the principle of Population* bliver afgørende for Darwins tanker om naturlig selektion gennem konkurrence og fortsat specialisering, hvor hver art forsøger at overleve ved at være og gøre noget andet; ved at adskille sig fra andre arter. En alternativ forståelse kunne, som Gilbert, Sapp og Tauber påpeger (2012, side 329), være "that this physiological division of labour could also be accomplished by different species living together". Altså overlevelse gennem samarbejde og integration og ikke konkurrence og differentiering.

Uagtet at Darwins teorier ifølge Stephen J. Gould er "the economy of Adam Smith transferred to nature" (Pearce 2010), er det et godt spørgsmål, hvad Adam Smith ville have ment om natur som henholdsvis konkurrence og symbioser (i forstanden mutualisme). Smiths samfundstænkning handler i min læsning netop om penduleringen mellem på den ene side det frie individ og den frie tanke og på den anden side de både moralske og praktiske forhold, der muliggør samarbejde og kontinuitet og dermed i sidste ende velstand. Men skulle jeg vælge, ville jeg tro, at han ville vælge tanken om samarbejde, da hans samlede projekt både i *Wealth of Nations* fra 1776 og forløberen *Theory of moral sentiments* (altså tanker om menneskers moralske tilbøjeligheder) fra 1759 *ikke* handler om fordelene ved det utæmmede individ, men snarere om hvordan stabile og gode samfund kan opstå, også selv om der ikke er en gud eller en konge for bordenden.

Hvorom alting er: Skal man følge aktørsynet i både naturtænkningens moderne afsæt, såvel som i de nyere tekster om rodsvampe gennemgået ovenfor, synes det klart, at økonomisk tænkning ikke er ene om at antage egenoptimerende adfærd. Symbioser er drevet af fordele og ikke godhed.

Industrielle symbioser – om kunsten at sidde mellem to stole

Nå, nok om biologiens syn på symbioser med deraf følgende inspiration til hvordan industrielle symbioser måske fungerer. Hvad har den økonomiske teori egentlig at sige om fordele og ulemper ved tæt samarbejde mellem selvstændige aktører?

Industrisymbioser som felt

Som teorifelt er *industrisymbioser* af nyere karakter. Begrebet *industrial symbiose* foreslås første gang i artiklen *Geography of Industrial Localization* af George T. Renner (publiceret i *Economic Geography*, vol 23, no 3, side 167 – 189). Og selv om tankerne flugter med Alfred Marshalls tidligere betragtninger om en regional økonomi og den senere klyngeteori (som især i den nordiske variant modsat den amerikanske har et klart geografisk element) er det måske passende at gøre denne artikel til startskuddet for begrebet.

I artiklen undersøger Renner mekanismerne for lokaliseringen af materialer, arbejdskraft, kunder, energi, kapital og transport. På den ene side efterviser han en betydelig geografisk bundethed som i lange perioder har haft en selvforstærkende karakter i form af spill-over effekter (når først et område er defineret som der man søger hen for produktion af et givent produkt, vil stadig flere komme til, og infrastrukturen omkring stedet udbygges). Men han gennemgår også, hvordan der i modne økonomier sker en aflokalisering i takt med at a) transport- og energinettet udbygges, b) at arbejdskraft som følge af automatisering går fra at bero på ”the master craftsman” som ”is usually a rooted citizen” (side 179) til at være ”unskilled” og c) det han kalder ”the facilitative industries” vokser. Om sidstnævnte, som yder services til de primære industrier (råstoffer, landbrug og produktion), skriver han blandt andet at de ”tend to be located almost entirely by the distribution of markets for their services”. Hermed adskiller de sig fra de primære industrier, hvis placering i meget højere grad sker i en krydsveksling mellem mange faktorer. Hvad Renner hermed minder os om – hvilket vi måske har haft en tendens til at glemme efter i årtier primært at have fokuseret på den såkaldte videns- eller serviceøkonomi – er, at det er mere reglen end undtagelsen, at økonomiske aktiviteter er geografisk bundne.

Tankevækkende nok slutter Renner af med at diskutere, hvad der måske kommer til at gælde for centralisering versus decentralisering i fremtiden. På den ene side konkluderer han, at det er naturligt, at de geografiske bindinger, der gælder i tidlige økonomier, mindskes til fordel for en centralisering i byer og ”manufactural districts”. Men samtidig overvejer han, om der er en fase efter denne fuldt udbyggede økonomi, der igen vil trække i retning af en mere distribueret produktion, hvilket blandt andet hænger sammen med kvaliteten i byerne. For som han skriver (side 188):

”In economic post-maturity, tis centralization and geographical concentration must cease, because it tends to defeat itself through the very evils which it engenders. Urban congestion, social problems, high urban rents, burdensome taxes, mounting insurance rates, and inability to sustain working populations through depressions, all contribute to make decentralization attractive if not actually imperative. Industrial decentralization is, therefore also a normal process in the economic development cycle”.

Renner kunne vist godt at have fået job hos Bornholms tilflytterservice eller i Aabenraa erhvervsservice!

Hvorom alting er, så kan "ingredienserne" i produktionen (materialer, arbejdskraft mm) forklare meget, men i takt med at økonomier modnes, opstår der også en anden effekt, hvor tilsyneladende forskellige industrier har glæde af at være tæt på hinanden; eksempelvis fordi virksomhederne deler en fælles produktionsteknologi, også selv om de laver vidt forskellige produkter, eller fordi den ene virksomheds affald kan bruges som indgående råvare i den næste virksomhed (eller for at nævne et tredje eksempel: at de medfølgende hustruer til minearbejderne i Pennsylvania er en god billig arbejdskraft, der muliggør en lønsom silkeindustri samme steder – undervurder ikke betydningen af den medfølgende ægtefælle). Det er denne effekt, som Renner (side 180) kalder *industrial symbiosis* (samt "con-industrialization").

Herefter er der stille en periode på den teoretiske front – så stille at Ehrenfeld og Gertler i artiklen "*Industrial Ecology in Practice – the evolution of interdependence at Kalundborg*" fra 1997 i åbningsnummer af *Journal of Industrial Ecology* (side 67) kan erklære at "Industrial Ecology is a new concept...". Afsættet for artiklen er at forstå, hvordan økonomien kan bevæge sig fra et åbent, ressourceoverforbrugende system til "stable ecological systems" som er "steady-state entropy-minimizing, highly interdependent collection of producers and consumers" (side 69). Snarere end at måle økonomi alene på effektivitet ("efficiency") bør man ifølge Ehrenfeld og Gertler understøtte økonomiske systemer, der minimerer entropien, altså rodet ("disorder"), i energi- og materialestrømme. Efter denne teoretiske rammesætning går Ehrenfeld og Gertler videre og konkretiserer deres tanker med afsæt i Kalundborg Symbiosen, inden de afslutningsvis zoomer ud og diskuterer muligheden for at overføre erfaringerne fra Kalundborg og Danmark til USA, hvor forfatterne er fra.

Kalundborg-casen har med andre ord en emblematiske stilling indenfor den industrielle symbiose-litteratur (se også Chertow 2000 og Chertow 2007). Det er ikke bare en af casene – det er *casen*, der lidt ved en tilfældighed først bliver italesat lokalt af aktørerne i Kalundborg: det er lederen af Asnæs Kraftværk, der vælger at bruge betegnelsen "industriel symbiose" (Chertow 2000) og dermed (formentlig uforvarende) tager tråden op fra Renner. Aktørerne i Kalundborg får først for alvor øje på deres samarbejde, da en række gymnasieelever laver en fysisk model af det (Chertow 2007). Og siden bliver det omtalt internationalt i bl.a. Financial times 1990 samt indenfor et gryende teoretisk felt om "industriel økologi", der manglede en case, der kunne eksemplificere det teoretiske potentiale for at minimere transportafstande og øge genanvendelse.

Den industrielle symbioselitteratur var dermed også fra start politisk anvendelsesorienteret med en tilbagevendende diskussion om, hvorvidt den spontant opståede klyngedannelse i det lille "tight-knit community" med "short mental distances" i Kalundborg kan overføres til planlagte industrielle symbioser i form af eksempelvis "Eco-industrial parks" (Chertow 2000) andre steder; herunder også steder som ikke i samme grad deler en miljømæssig bevidsthed og tro på samarbejde, som ifølge Ehrenfeldt og Gertler generelt kendetegner Skandinavien. En analyse som Boons m.fl. udvider og opdaterer i 2017 i artiklen *Industrial Symbiosis Dynamics and the Problem of Equivalence*, der identificerer syv

typer af dynamikker i industrielle symbioser alt efter om de er selvorganiserede, er startet ved en medierende tredjepart eller af myndighederne.

Virksomhedens grænser og markedets mellemformer

Med al respekt for den litteratur, der eksplicit handler om "industrielle symbioser", kan det måske give mening at tage et skridt tilbage og stille skarpt ikke bare på relationerne, men også den størrelse, der indgår relationer imellem: virksomheden. For hvad er en virksomhed for en størrelse og hvad afgør hvor dens grænse går? Hvad taler for, og hvad taler imod at en virksomhed skulle åbne op for et tættere samarbejde med bestemte andre virksomheder frem for at agere frit og uforpligtet på markedet? Spørgsmål af denne karakter er blevet sammenfattet som "theories of the firm", som ikke mindst Nicolai Juul Foss (2000) herhjemme og internationalt har været drivende i at samle og udvikle som et teorifelt.

Virksomheden som en måde at reducere markedets omkostninger på

Startskuddet for "theories of the firm" dateres ofte til 1937 hvor RH Coase udgiver artiklen "Nature of the firm", der netop reflekterer over, hvorfor vi overhovedet har firmaer, og hvorfor al økonomisk interaktion sker på markedet mellem enkeltstående individer. Coases svar er at der er informationsomkostninger forbundet med udvekslingerne (som han kalder "transaktioner") på markedet – det kræver ressourcer at finde den anden part ("kontakt"), indgå aftale med den anden part ("kontrakt") og sikre at denne bliver håndhævet ("kontrakt"). For ydelser, man udveksler tit, kan det derfor bedre betale sig for to parter at lade en masse enkeltstående markedskontrakter erstatte med en generel kontrakt, en ansættelseskontrakt, der i mere overordnede former angiver, hvordan en person er dedikeret til at udføre opgaver for anden aktør. Disse informationsomkostninger ved at bruge markedet gælder ifølge Coase især, når der er usikkerhed om fremtiden. Firmaet er ifølge Coase med andre ord en måde at reducere informationsomkostninger på i situationer, hvor det er svært at lave en fuldstændig markedskontrakt, og det derfor bedre kan betale sig at etablere en virksomhed, hvor ansættelseskontrakten giver ledelsen ret til at disponere medarbejderens tid med fastsatte bestemmelser for medarbejderens kompensation herfor.

Williamson tager i 1975 tråden op fra Coase med særligt fokus på markedets mellemformer (og danner dermed den såkaldte transaktionsomkostnings-skolen). For ja, der er noget, der oplagt håndteres i kortvarige og uforpligtende markedstransaktioner og noget der oplagt finder sted indenfor firmaets grænser. Men så er der også en række mellemsituationer, hvor frekvensen af interaktioner ikke gør fuld integration i en virksomhed oplagt, men hvor den gensidige afhængighed og omkostningerne ved at lave en fuld kontrakt mellem virksomhedernes investeringer er for høj til, at man tør løbe an på en uforpligtende markedrelation. Her er der brug for at indgå bindende aftaler enten direkte mellem virksomhederne eller aftaler medieret af en tredjepart specialiseret i at håndtere den slags situationer.

		Investment Characteristics		
		Nonspecific	Mixed	Idiosyncratic
Frequency	Occasional	Market governance (classical contracting)	Trilateral governance (neoclassical contracting)	
	Recurrent		Bilateral governance (relational contracting)	Unified governance

Det "kontrolspørgsmål" til en overvejelse om at indgå i en symbiose man kan stille med afsæt i Coase vil m.a.o. være: *Hvorfor ikke enten fastholde en løsere armslængde relation eller vælge at realisere symbiosen internt i virksomheden?* Og tilsvarende med afsæt i Williamson: *Har man en interaktion, hvis hyppighed (høj men ikke for høj) og gensidige investeringsafhængighed (høj men ikke for høj) der tilsvarende taler for et tættere men ikke fuldt integreret samarbejde?*

Virksomheden som et sæt af kompetencer

Hvor Williamson fokuserer på hyppighed i interaktion kombineret med specificiteten i investeringer, benytter Richardson nogle år forinden (1972) en anden matrice. Ikke ulig Williamson skelner han mellem, om produkter er "general" eller "specific". Produkter der er generelle kan bedst håndteres af markedet, mens produkter, der har en meget specifik karakter ikke nemt lade sig udveksle gennem de store tals lov – her er der brug for mere direkte aftaler. Dette kan i nogle tilfælde håndteres indenfor virksomhedens grænser, men i andre tilfælde er de *kompetencer*, som aktiviteterne kræver så forskelligartede, at det er svært for ledelsen at håndtere dem. For disse relationer, som på den ene side er specifikke og på den anden side kræver forskelligartet viden og færdigheder, kan samarbejde bedst betale sig (Thomassen 2005, side 57):

Table 1: Coordination by markets, firms and (interfirm) cooperation – the "capability view"

		Similar activities (= same capability)	Complementary activities (= different capabilities)
General products	purpose	⁻¹⁶	Coordination through markets
Particular products	purpose	Coordination through direction (the firm)	Coordination through (interfirm) cooperation

Det centrale symbiosespørgsmål med afsæt i Richardson er således: *Taler karakteren af de kompetencer, der er genstand for at udnytte en symbiose, for at fastholde samarbejdet i forskellige virksomheder (hvis kompetencerne er meget forskelligartede), eller kan det igen bedre betale sig at realisere symbiosen internt i en virksomhed (enten ved at udvide eksisterende virksomheder eller skabe egentligt nye), fordi kompetencerne er eller kan blive nært beslægtede?*

Virksomheden som kontrakt

En virksomhed kan altså forstås som et sæt af ansættelseskontrakter, der reducerer omkostninger ved at bruge markedet under usikkerhed. Men hvem skal være kontraktholderen – hvem skal eje den virksomhed, som kontrakterne med de ansatte indgår med? Det spørgsmål forsøger den såkaldte *property rights theory*, etableret af Grossman, Hart og Moore i 1980'erne, at svare på.

Det centrale begreb her er ”residuale rettigheder” – altså retten til det der er ”til overs”, når alle andre krav og kontrakter er blevet indfriet. Eksempelvis kan man sige, at et overskud eller underskud er ejernes ”residuale” ret. Når alle lønninger er tilbage, får ejerne de penge, der er tilbage (eller skal betale dem der mangler). Virksomheder opstår med andre ord, fordi kontrakter ikke kan være fuldkomne – hvis alt kunne skrives ned, og hvis alle rettigheder og forpligtigelser var fuldt definerede, ville virksomheden være en tom skal, og det ville sådan set være lige meget, hvem der ejede den.

Flere forhold kan afgøre, hvem der er den ”naturlige” ejer. Det kan både handle om risikovillighed – hvis man bedre kan leve med en risiko, er det mere acceptabelt, at man som ejer aflønnes ved et varierende overskud end ved en fast løn. Det kan også handle om det, Mark Casson (1997) har kaldt ”superior knowledge” – at man har en særlig viden eller evne, der måske ovenikøbet er svær at sætte på formel, og som er vigtigere end de mange andre typer af viden, der også indgår i en virksomhed: måske et særligt kendskab til kunderne eller en særlig forståelse af hvordan en produktionsproces drives. Eller for at vende tilbage til en af pionererne indenfor tankerne om entreprenørskab, Joseph Schumpeter: Entreprenøren er den, der ser mulighederne før andre gør, hvorfor han / hun med fordel kan eje virksomheden (i princippet kunne muligheden sælges videre til andre, men da de ikke kan se ideen i samme grad, vil de anse den for mindre værd og vil derfor være mindre interesseret i at eje den).

Denne pointe rejser et afgørende spørgsmål for industrielle symbioser: Hvem er egentlig på sigt den naturlige ejer af symbioserne, som ofte er kendetegnet ved stor usikkerhed om i hvilken retning, der skabes værdi? Eksempelvis kan det være uklart, hvordan ejerskabet og dermed de residuale rettigheder bedst fordeles mellem en landmand, der dyrker græs, en virksomhed der laver protein på baggrund af græs og en virksomhed der laver isolering med græs. Hvis en ny sidestrøm opstår (en mulighed man ikke kunne gennemskue på forhånd), hvem ejer så naturligt retten til den (hvem er bedst til at gribe den)? Industrielle symbioser og nye kaskadeøkonomier må forventes at indeholde betydelige elementer af ”spill-over effekter”, og det kan derfor være afgørende at få anbragt ejerskabet på en sådan måde, at der er kommerciel interesse og kapacitet til at forfølge dem. Dette kan også indebære, at man inddrager aktører i symbiosen, som måske ikke i starten har den store rolle eller gevinst, men som kapacitet og kompetencer til at realisere opdagede potentialer undervejs.

Det centrale spørgsmål man kan stille med afsæt i property rights-teorien er med andre ord: *Hvordan fordeles ejerskabet til symbioseinvesteringerne på en sådan måde, at potentialet på langt sigt udfoldes bedst muligt?* Hvordan kan vi med andre ord tilskrive rettigheder og dermed incitament til det, vi ikke ved på forhånd?

Virksomheden som rutiner

Ovenstående betragtninger om, hvad virksomheder er, har alle taget udgangspunkt i rationelle forklaringer. En fjerde position vil i højere grad se virksomheder som resultat af mere eller mindre historiske hændelser, der fører dem i en bestemt retning, og som skaber en rutineret sporafhængighed. Cyert og March etablerer i 1960'erne en "behavioral theory of the firm", der åbner op for, at der også internt i en virksomhed kan være forskellige mål og mulighed for ikke-optimal adfærd. March taler tilsvarende om, at virksomheder kan blive fanget i en "exploitation trap" – de har historisk oplevet, at det er gået så godt hver gang, de har løst problemer med en bestemt løsningstilgang (eksempelvis ved at opskalere produktionen), at de kan have svært ved at forlade dette spor (til fordel for en mere eksplorativ tilgang), også når omverdenen fundamentalt har ændret sig.

Nelson og Winter tager i 1980'erne denne tråd op med etableringen af den såkaldte *evolutionære teori* om virksomheder. Her er der fokus på virksomheders institutionelle "hukommelse" indlejret i rutiner, standardiseringer mm. Uden disse rutiner vil virksomhederne drukne i informationsoverload, men rutinerne giver også blinde vinkler og kan gøre det svært og dyrt at skifte spor.

Den evolutionære skole rejser dermed for det første symbiosespørgsmålet: *I hvilken grad formår etablerede virksomheder at skifte spor – kan de forlade en kendt exploitationstrategi ("at gøre det vi gør godt endnu bedre") til fordel for en exploration strategi ("at vi gør noget helt andet")?* I fald dette ikke er muligt, kan der i forbindelse med realiseringen af symbiosemuligheder være behov for at etablere nye virksomheder / virksomhedstyper, der nok er mindre, men også er mindre bundet af fortiden.

Man kan også sige det på den måde, at det jo naturligvis er lettere at lave symbioser, hvis de ikke anfægter virksomhedernes sporafhængighed (i hvert fald til en start). Problemet er så bare, at med mange af de symbioser vi arbejder med, er der tale om helt nye behov og muligheder både drevet af et pres for bæredygtighed, nye teknologikoblinger etc... Så hvis alt skal være som det plejer, er det svært at se særligt rige kaskadeøkonomier for sig.

Et andet, måske indlysende, spørgsmål som denne tilgang rejser er: *Hvordan sikrer vi ikke bare de formelle men også uformelle sammenhænge mellem (eller i) virksomheder i industrielle symbioser? Hvordan får vi mødet mellem forskellige rutiner og tilgange ("virksomhedskultur" vil nogle måske kalde det) til at blive frugtbar?*

Sammenfatning på teorier om virksomheder og markedets mellemformer

Så ja, der er bestemt situationer, hvor der er økonomisk gode grunde til at indgå i mellemformer, hvor selvstændige enheder indgår i længerevarende forpligtigende relationer og udvikler sig i gensidig afhængighed. Man kan også udtrykke det sådan, at nogle bestemte forhold afgør om mellemformerne er at foretrække frem for at håndtere aktiviteterne internt i en virksomhed eller eksternt i kortvarige

markedsrelationer. Ovenstående har (i meget kort form) angivet en række af de forhold, der kan informere, om det er hensigtsmæssigt at indgå i et forpligtigende samarbejde i (eksempelvis) industrielle symbioser: Frekvensen og mængden af det man udveksler, graden af gensidig afhængighed i investeringerne, hvilke kompetencer der kræves og især hvor nært beslægtede de er, fordelingen af ejerskab og residuale rettigheder under usikkerhed samt muligheden for at skifte spor og få samarbejdet til at fungere – ikke bare på papiret men også i forhold til de mange rutiner og uformelle forhold som virksomheder, og dermed også samarbejde, består af.

Man kan også sige det sådan, at en virksomhed kan forstås på mange måder og er defineret ved mange egenskaber ud over de materialer og den produktion, som den håndterer:

- Virksomheden er defineret ved det formelle ejerskab, der allokerer rettigheder og ansvar
- Virksomheden er defineret ved bestemte kompetencer og dertil knyttet læring og rutinisering
- Virksomheden er defineret ved rutiner, tavs viden og strukturer for informationshåndtering

At få industrielle symbioser til at fungere handler derfor, set fra et virksomhedssynspunkt, om meget mere end materiale- og energiflows. Selvfølgelig kan det være spændende at få adgang til billig overskudsvarme fra et datacenter eller en sidestrøm fra landbruget, man kan forædle til et højværdiprodukt. Men hvis ikke de andre elementer af, hvad virksomheden også er falder i hak, kan det næsten være lige meget.

Det er således ikke uden grund at Mie Skjødt i sit speciale fra CBS 2021 ("Symbiosis Readiness Levels – a conceptual framework for facilitation industrial symbiosis partnerships"), hvor hun har interviewet 10 forskellige aktører, der har til formål at opbygge symbioser, viser at materialekortlægning og resourcebudgettering er et oplagt sted at starte, men at det efterfølgende arbejde med at få resten på plads både er langvarigt og det mest krævende – og i øvrigt kan være et rum, der er svært for brobyggeren at være i, fordi man kommer tæt på noget, som virksomhederne anser som fortroligt.

Set fra en virksomheds synsvinkel kan der være god grund til både interesse og skepsis, når forslaget om at indgå i industrielle symbioser melder sig. Måske det her er nyttigt at vende tilbage til de syv trin, som Burnet og immunologien identificerer i forhold til at afgøre, om noget skal gå fra at være "ikke mig" til "mig", altså for om en ny fælles enhed kan opstå (her oversat lidt frit for at passe til industrielle symbioser og ikke celler):

1. Kontakt og genkendelse: Kan man mødes og etablere en forbindelse?
2. Skaber forbindelsen en ny funktion eller fordel?
3. Får begge parter del af gevinsten?
4. Kan man forhindre konflikter?
5. Begynder man at indoptage hensynet til den anden i sin egen funktion?
6. Tør man give slip på noget, man plejer at gøre selv, fordi man har tillid til at den eller dem, man indgår i symbiose med gør det?

7. Udvikler man sig sammen i nye livscykluser (er man blevet en fælles "holobiont")?

Der er en grund til, at symbioser tager tid at etablere. Og ikke altid lykkes.

Outro I: Ingen symbioser er ens – om affald, energi og biomasse

Lad mig prøve at være mere konkret her hen mod slutningen. Som vi lærte af rødderne og deres symbioser med svampe, er symbioser afhængige af, hvad der udveksles, hvilket miljø udvekslingen finder sted i samt timing og rækkefølge. Hvordan en art udvikler sig, kan ikke forstås uafhængigt af, hvordan de øvrige arter omkring den udvikler sig, og evolutionen bliver derfor en mosaik ("mosaic evolution" er det engelske begreb), der er stærkt geografisk afhængig. Metodisk skal man derfor passe på med at overføre erfaringer fra en symbiose-dynamik til en anden. Der findes mange typer af industrielle symbioser alt efter, hvilke materialer der udveksles, hvilke anlæg der er involveret i at processe materialestrømmene, hvilke aktører der står bag og hvornår og hvor længe samarbejdet har været i gang. Der er, som Chertow og Ehrenfeld 2012 påpeger i deres oversigt over feltet anno 2012, forskel på om det handler om affald, spildevand, aske, slagge, damp eller noget helt fjerde, der strømmer, og om det er et renseanlæg, en forbrændingsanstalt eller en sukkerroefabrik etc. der proces-teknisk er kimen i etableringen af symbiosen.

I Smith Innovation har vi arbejdet med mange typer af symbioser: Udvindelse af ressourcer fra spildevand, genbrug og genanvendelse af byggematerialer, udnyttelse af overskudsvarme og energi fra datacentre samt etablering af biobaserede kaskader, hvor landbrugets eksisterende sidestrømme samt nye typer af afgrøder kan bruges i byggeriet.

Uden at forsøge at lave en fuldstændig taksonomi eller fuld sammenligning synes driverne og forudsætningerne at være meget forskellige for hver af dem.

Udvinding af energi og næringsstoffer (eksempelvis fosfor) fra spildevand er kendetegnet ved en meget klar ankeraktør i form af forsyningsselskaberne, som driver renseanlæggene og som er kendetegnet ved kontinuitet, der kan foretage langsigtede investeringer samt har solid driftserfaring. Det har gjort det forholdsvis let at lave interne symbioser indenfor energiudnyttelse på renseanlæggene, mens det har været sværere at få volumen og prisattraktivitet i afsætningen af eksempelvis udvundet struvit. Her kan symbioseudfordringen måske bedst sammenfattes som en *afsætningsproblematik*.

Afsætningen i stor skala har også været en udfordring indenfor den del af den cirkulære økonomi, der handler om at genbruge og genanvende byggematerialer. Ambitionen har været på dagsordenen længe, og der er påvist både et stort samlet potentiale for "urban mining", ligesom at en hel del teknologier til at indsamle og bearbejde materialerne samt formidle dem via fysiske og digitale markedspladser er på plads. Men det kniber med at få tænkt løsningerne ind i projekteringen af nyt byggeri og interessen samler sig derfor aktuelt om enten:

- At gå op i ressource-trappen – med direkte genbrug muliggjort via tæt koordinering mellem nedrivere og materialebanker på den ene side og bygherrer og projekterende på den anden,

- Eller at gå ned ad ressourcetrappen – men til gengæld op i volumen via take-back ordninger hvor neddelte materialefraktioner genanvendes af materialeproducenterne og bliver del af standardprodukter med egenskaber, der svarer til dem, byggeriet kender i forvejen.

Andre veje kan naturligvis tænkes, men samlet set synes cirkulære problemstillinger for genbrug og genanvendelse af byggematerialer foruden en afsætningsproblematik også at være kendetegnet ved, at det ikke har været oplagt, hvem der er ankeraktøren i at få symbioserne op at stå: Er det nedriveren, materialeproducenten, rådgiveren, bygherren eller en helt ny type af ”mellemmand”, der tager ansvaret for at etablere de nye værdikæder. Området er derfor også kendetegnet ved en *koordineringsproblematik*.

En koordineringsproblematik kendetegner også udviklingen af en ny generation af biobaserede byggematerialer. Potentialer i at samtænke landbrug og byggeri er stort for begge parter med mulighed for at lave højværdiprodukter, nedsætte uønskede miljøpåvirkninger og skabe fortsat legitimitet (”license to operate” for begge parter). Men brancherne er ikke vant til at arbejde sammen, så hvem tager rollen som brobygger? For landbruget kan det være attraktivt at fortsætte med at levere restprodukter til energisektoren, der godt nok ikke giver en særlig udbygget kaskadeudnyttelse, men hvor afsætningen er kendt og fungerer i volumen. For byggeriets side kan der være reservationer i forhold til homogeniteten af de biobaserede produkter, hvis materialeegenskaber for alvor kommer til sin ret, hvis husets samlede indeklimastrategi gentænkes frem for, hvis biobaserede materialer 1:1 erstatter konventionelle materialer.

Vender man blikket mod udnyttelse af restvarme fra vedvarende energikonvertering (eksempelvis om-sætning af vindenergi til brint) eller fra datacentre (der bruger enorme mængder energi på at køle computerchippene ned) er det ikke udsigter til mængderne eller investeringerne, der mangler – tværtimod. Rest-”produktet” i form af energi er i sammenligning med eksempelvis genbrugte byggematerialer homogent, og dets værdi nemt at kvantificere økonomisk, uagtet at der også her er forskel, da restvarmen fra datacentre er lavere end fra P2X, mens mængderne (alt efter de politiske ambitioner for både datacentre og vedvarende energi) omvendt hurtigere vil komme op i volumen.

Hvor udfordringen for nogle industrielle symbioser er manglen på stærke ankeraktører og volumen i reststrømme, synes situationen for datacentre og p2x at være omvendt: Omfanget er så stort, at selv en udbygget struktur som det danske fjernvarmenet kun kan aftage en lille del. Står prognoserne til troende for investeringer i både datacentre og i brintkorridorer og anden power to X-teknologi, bliver det svært at nå at opbygge supplerende virksomheder og teknologier, der kan udnytte restvarmen. Det kan i kombination med de store investeringer i små samfund rejse tvivl om projekternes legitimitet både socialt lokalt og miljømæssigt nationalt / globalt. Symbioser bygget op om varme og anden ”overskudsenergi” er måske derfor i særlig grad kendetegnet ved en *balance-, synkroniserings- og legitimitetsproblematik*.

Billedet er naturligvis groft tegnet op. Også indenfor hvert område er der, som antydnet, forskelle. Eksempelvis er inputsiden med dyrkning og håndtering af halm veletableret i Danmark, mens andre dyrkede afgrøder som eksempelvis pil og græs stadig er under etablering.

Symbioser er født af knaphed. Jo mere mobil og homogen en ressource bliver, jo flere kan bruge den uden særlige følgeinvesteringer (reststrømmen bliver en del af et generelt marked og tætte relationer / symbioser mellem virksomheder er derfor ikke nødvendig). Transportelementet vil vægte forskelligt for de ovennævnte symbioser – også afhængigt af de kommende infrastrukturinvesteringer. Som Renner påpegede i artiklen, der grundlagde tanken om industrielle symbioser, reduceres den lokale bundethed, når mobiliteten øges. Hvis der eksempelvis etableres tørringsanlæg til billigt og miljømæssigt forsvarligt at reducere vandmængden i biomasse, vil biomasse gå fra at være en lokal symbiosemulighed til et generelt anvendeligt råvareinput. Lokale symbioser indenfor et område (eksempelvis brug af varme fra datacentre til udtørring af græs) kan således reducere symbiosebehovet indenfor andre områder (eksempelvis udnyttelse af græs).

Samlet set vil den optimale situation for industrielle symbioser være, at både kilde og afsætning (alle kaskademellemtrinene inklusive) har homogenitet, stabilitet og volumen, samt at der er aktører med en legitim og naturlig interesse i at gå forrest i at investere i dannelsen af symbiosen. Et sådant koordinatsystem med input (det en vært har til overs), afsætninger (det som en symbiont kan bruge) og organisering (hvem der er igangsætter og faciliterer symbiosen) kan måske være et første skridt i at beskrive karakteren af de mange industrielle symbioser, som for tiden er til debat og under etablering i forsøget på at få materiale- og energienderne til at mødes.

Outro 2: Hvilken slags økonomi taler vi om: om smålandske kokosnødder og kameralisme

Lad mig slutte af med det, jeg havde lovet mig selv, at dette skriv til en afveksling *ikke* skulle handle om: Økonomisk tænkning gennem tiden, og hvordan vi måske kan forstå den nye økonomiske orden, vi kigger ind i. Men altså, boomerangen bliver ved med at vende tilbage... Adam Smith og hvad deraf følger forever!

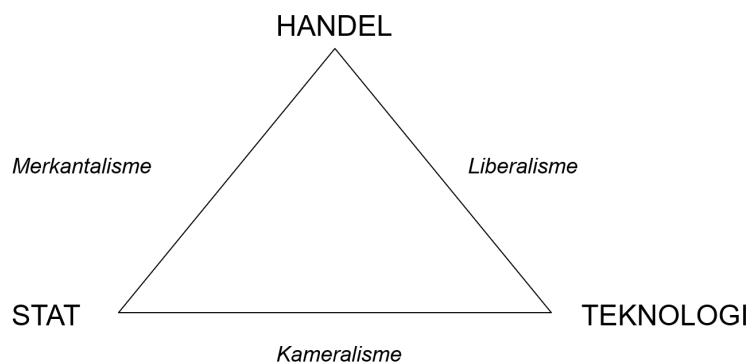
Spørgsmålet jeg gerne vil rejse er: Handler symbioser "bare" om, at vi udveksler varer og materialer på nye måder? Eller er det også det økonomiske system som sådan, vi står overfor at redefinere? Eller for at vende tilbage til henholdsvis den darwinistiske versus "Reticulate" skole for evolution: Er symbioser noget, der kommer "på toppen" af, hvem vi er – et ekstra lag, prikken over i'et, kirsebærret i drinken eller jordbærrene på lagkagen – eller er symbioser udgangspunktet og afsættet for, hvem vi er? Hvis vi ændrer relationen, ændrer vi også hvem vi er, og hvad vi gør? Eller spurgt anderledes: Hvis vi begynder at udveksle materialestrømme på en helt anden måde, ændrer vi da også det økonomiske systems væremåde?

Som altid kan lidt historiske referencer måske komme til hjælp, nærmere bestemt 1700-tallets trekantendramaet mellem tre forskellige forståelser af, hvad der skaber bæredygtige samfund. Hvis man

omkring år 1800 havde bedt AI om at lave et hurtigt kort over økonomisk tænkning i Europa, ville den formentlig ret hurtigt pege på følgende tredeling:

- I Frankrig vil der være stort fokus på en centraliseret økonomisk udvikling centreret omkring ny teknologi i især landbruget. Her vil tankerne om at generere overskud gennem reguleret international handel og kolonisering stå stærkt med henblik på at opbygge et overskud i statens finanser. Den fremherskende økonomiske skole er her merkantilisme.
- I England vil tanken om tekniske landvindinger til industrialisering af produktionen drevet af private iværksættere og virksomheder stå stærkere. Som i Frankrig vil der være fokus på kolonisering og global handel, men målet for handlen vil i højere grad handle om velstand for både stat og borgerskab. Den fremherskende økonomiske skole er *liberalisme*.
- Tyskland og de nordiske lande (samt Spanien, Portugal og Italien) er, modsat Frankrig og England, kommet senere i gang med koloniseringen og står i øvrigt svagt, hvad angår adgangen til energi og råstoffer til industrialisering. At satse på at øge den globale handel eller opbygge en privat sektor til at udnytte nye teknologiske muligheder er derfor ikke oplagt. I stedet satses der på uddannelse og professionalisering af statsapparatet, sådan at staten kan tage en nøglerolle i at opbygge produktion og regionale markeder. Den fremherskende økonomiske skole er *kameralismen*.

De tre økonomiske retninger vil afspejle forskellige parløb for, hvad der skaber velstanden:



For merkantilismen er målet at fremme den statskontrollerede handel og dermed skabe overskud på statsfinanserne. For liberalismen er målet at give private investorer og producenter muligheder for at udnytte mulighederne i nye teknologier og global handel (understøttet i semistatslige ordninger for kolonisering og oversøisk handel ikke at forglemme). For kameralismen er målet at fremme teknologiudnyttelse og lokale ressourcer gennem en professionalisering og fornyelse af staten, der kan fungere som ikke bare koordinator men også initiativtager.

Og hvor vil jeg så hen med det? Jo såmænd at jeg tror, der er grund til at interessere sig særligt for kameralismen og dens igangværende genkomst efter årtier, og århundreder, med en fremherskende

liberalistisk tilgang. Både fordi kameralismen udgangspunkt minder om det, vi står overfor med industrielle symbioser (hvordan bliver vi bedre til at udnytte ressourcer lokalt i bevidstheden om, at vi ikke bare kan tilføre flere ressourcer udefra – hverken fra kolonier eller rovdrift på naturen). og fordi løsningstilgangen vel også minder om (hvordan kan vi opbygge central styringskapacitet til at gribe nye teknologimuligheder knyttet til energiomstilling m.m.?).

Der er en fysisk logik i det vedvarende energisamarbejde, der er under etablering mellem et vindstærkt nordnorge og et energikrævende Tyskland med fælles investeringer både i energiproduktion (energiøer blandt andet) og energitransport (brintkorridorer gennem Jylland blandt andet). Og samtidig er projekterne altså også en genoplivning af en fælles udviklet styringsform, kameralismen, der netop er udviklet i Tyskland, og som ifølge LEX (Danmarks Nationalleksikon) spillede en direkte rolle i tidlige danske industrialiseringsbestræbelser inden liberalismen og den landbrugsbaserede industrialisering for alvor slog igennem i 1800-tallet såvel som i tankesættet om en regional nordisk / baltisk økonomisk region som modtræk til Frankrigs og især Englands oversøiske kolonier (Koerner 1999).

Kameralisme (snarere end merkantilisme) er måske også en bedre forståelsesramme for den økonomiske tænkning, der vinder frem i USA, Europa etc. på bekostning af den liberale idé om en fri, global handel, hvilket blandt andet kan forklare, hvorfor sammenblandingen mellem statens og tech-industriens interesser bunder i andet og mere end blot opportunistisk egenoptimering for Trump-administrationen. Læs følgende beskrivelse af kameralismen fra Koerner 1999 og vurder selv, om det virker (Trump)genkendeligt:

"...cameralists favor an activist state, protecting such ventures. Typically, they use production subsidies on exports, along with tariffs, commodity controls, currency exchange and capital transfer restrictions, cheap loans ad seed-money, and infrastructure investments. Typically, too they create domestic producer cartels or monopolies (by tacit agreement, state licenses, or state ownership)."

Men hvordan går det så, når man forsøger at omsætte kameralismens tanker om statsstyret regional- og techbaseret udvikling til praksis? Som altid er det lettere at kigge tilbage end frem – så lad os slutte af med Linnes forsøg på i 1700-tallet at reformere den svenske økonomi i lyset af manglende oversøiske besiddelser og intern knaphed og tilbagevendende hungersnød i Sverige.

Linne drømte, som nævnt, om at substituere udenlandske materialer og landbrugsvarer med indenlandsk groede ditto. På sine egne ekspeditioner rundt i Sveriges afkroge eller når han sendte sine studerende – kaldet "apostle" – på ekspeditioner verden rundt, var det med en erklæret ambition om at finde egnede rissorter i Canada, jordprøver til porcelænsproduktion fra Gotland eller te-planter hjemtaget over de mongolske stepper. Tanken var i al sin simpelhed at planterne med lidt tilvænnning kunne gro indenfor Sveriges grænser og nærområder. Silke fra Ystad, teplantager i Baltikum, kanel fra Lapland og rismarker i Finland sådan helt bogstaveligt (Koerner 1999). "Den går ikke Granberg" som vi danskere jo ynder at sige om fejlslagne svenske vovestykker – trods diverse dyrkningsforsøg visnede de eksotiske planter hen i de til lejligheden etablerede forsøgshaver.

Det er let at ryste på hovedet over Linnes tanker med den viden, vi har i dag. Men Linne var i tiden, internationalt set, en af de helt førende kapaciteter indenfor naturvidenskab som sådan og biologi i særdeleshed. Og hans tanker om planters tilvækst (tænkt før Von Humboldt etablerede en forståelse af klimazoners betydning for vækst) trak blandt andet på studier af blomsters gradvise tilpasning og geografiske udbredelse. Hvorfor skal vi klæde os i importeret silke og bomuld og ikke hjemlige tekstiler af hør og nælder, spurgte han med afsæt i etnografiske optegnelser fra studierejser mod det høje nord. Så ser man bort fra nogle af de mest eksotiske planteindslag, minder hans kortlægning af regionalt forekommende materialer og produktionsskikke ikke så lidt om det, man i dag kan møde både indenfor ”nyt nordisk køkken”, mode eller tanker om en stedsspecifik arkitektur med afsæt i lokalt forekommende materialer. Eller for nu at sige det med Koerners ord (side 139) i hendes sammenfatning af Linnes arbejde med at opbygge en stærk stat og en lokal økonomi:

”Now forgotten, Linnaeus’ vision provides a more complex vision of our own modernity, and particularly of the ongoing quest of marginalized politics to achieve what I have here termed a local modernity”

Linne arbejdede ud fra en erkendelse af, at hvis man både ønsker en vis grad af økonomisk autonomi og samtidig tror på værdien i arbejdsdeling, så må man enten erobre nye lande eller opdyrke de lokale muligheder – og så er sidstnævnte nok at foretrække, også selv om vejen derhen ikke er let. Det er i lyset af vor tids behov for at skabe et robust og vedvarende ressourcegrundlag oplagt at pege på en række positive træk ved Linnes bestræbelser på at erstatte tidens fremherskende imperialisme til fordel for et økologisk rigt ”hjemmeimperium”: a) en optagethed af hvad vi allerede kan og gør som har fungeret godt historisk set; b) en nysgerrighed på hvilke planter og råstoffer vi har eller kan få, også selv om det ikke passer med, hvad vi plejer at gøre eller vores selvbillede; c) en tro på at man gennem viden kan se og udnytte nye muligheder samt; d) en overbevisning om at det ikke sker af sig selv, og at nogen (her den svenske stat) derfor må drive forandringerne.

Hvis målet er at genetablere en forståelse af muligheden i det lokale, er Linne ikke en dårlig inspirationskilde. For hans projekt handlede netop om at forbinde naturens universelle gang med stedets muligheder. *”Linnaeus was a quintessentially local man”* for nu igen at citere Koerner (1999, side 187).

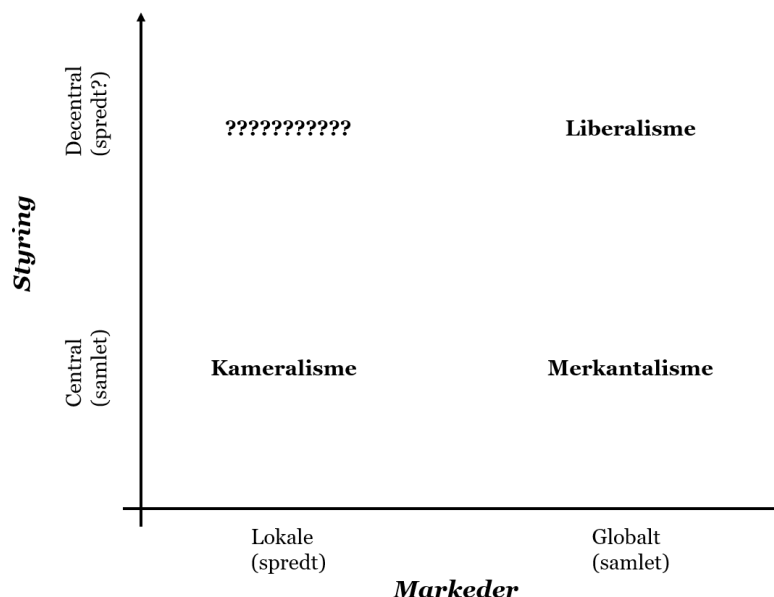
Men Linnes historie tænder også nogle mulige advarselsslamper:

For det første at det kan være godt med en vis portion teknologiskepsis – det er ikke altid, at løftet om guld og grønne rismarker holder stik. Som Koerner bemærker (side 190) er *”... a fetish of the latest high technology and of the latest state supported enterprise devoted to it”* et gennemgående træk for kameralister fra begrebets begyndelse og frem til i dag. Når vi eksempelvis skal finde løsninger til at konvertere overskudsvarme fra datacentre eller power to X, behøver vi jo ikke altid at satse på den seneste teknologi. Vi kan også vælge noget, vi ved virker, og som der er brug for – eksempelvis udtørring af ubrændte lersten til at bygge huse med.

For det andet er der jo det med smag og præferencer. Det gode liv om vi vil. Linne var en indædt modstander af kaffe og ledte hårdnakket efter lokalt dyrkede erstatninger. Ikke bare fordi kaffen kostede dyrt på import/eksportbalancen (som han i tidens ånd var meget optaget af skulle være i plus). Kaffe var samtidig en fransk modedille og repræsenterede derfor både en moralsk og medicinsk risiko som beskrevet i *Potus Coffeae* fra 1761 – et skriv som Linne fuldt ud dedikerer til at beskrive kaffen og dens farer. Der var bare lige det ved det, at Linne selv drak kaffe i spandevise – han var med egne ord blevet ”smittet”. Så det med at erstatte kaffe med varmt vand iblandet brændte ærter eller ristet brød – som han forestillede sig blev aldrig rigtig til noget. Måske en iagttagelse kan være, at man ikke behøver at erstatte de udefrakommende varer, der bringer os størst glæde – lokale byggevarer ja tak, men lad mig beholde min kaffe i fred!

Endelig kan kombinationen af centraliseret magt hos staten og stor tiltro til ny teknologi og videnskab være en farlig cocktail, hvad angår magt og privilegier. Enkeltstående aktører – embedsmanden og teknologen i skøn forening – kan få uforholdsmæssig stor magt. Hvilket ikke ”bare” kan give et demokratisk legitimitetsproblem. Det kan samtidig forskyde det egentlige motiv – er det nationens eller elitens interesser, der i sidste ende bliver varetaget? Linne fik i den grad defineret en ophøjet og lukrativ rolle for sig selv som statens nære rådgiver (Koerner 1999, side 192).

Liberalisme, merkantilisme, kameralisme – hvor er vi på vej hen? Tillad mig at foreslå noget fjerde, som jeg ikke helt ved, hvad jeg skal kalde med afsæt i følgende kategorisering af, om henholdsvis markeder og styring er spredt eller samlet:



Behøver tanken om det lokales genkomst altid at være forbundet med en stærk stat? Der er historiske grunde til at kameralismen blev udviklet med ønske om og behov for professionalisering af centraladministrationen. Men det behøver jo ikke at gælde fremadrettet. Kunne det ikke tænkes at initiativet til at udvikle en regionaliseret arbejdsdeling kunne ske med afsæt i civilsamfundet, igangsættere og

virksomheder? Danmark i dag er ikke, hvad Preussen var for et par hundrede år siden. I de hjemlige debatter om bæredygtig omstilling af både byggeri og energisystemer lyder det igen og igen at, "vi har brug for politisk handlekraft", "politikkerne må sætte sig for bordenden", "vi har brug for regulering". Kameralismen synes at leve i bedste velgående! Men hvor kommer denne tiltro til den stærke stat fra? Og ditto mistro til decentrale beslutninger og lokal viden og stillingtagen fra? Det frie initiativ behøver ikke at være grænseløst. Den såkaldte "cottageindustri", som var afsæt for Adam Smiths økonomiske forståelse af økonomisk arbejdsdeling, var i den grad lokalt forankret. De gevinster der er ved øget arbejdsdeling skal opvejes, ikke bare med miljøomkostninger til transport og behovet for gennemsigtighed i værdikæderne, men også med den særlige værdi det giver, når produktionen sker med forståelse for brugen. Produktion kan godt globaliseres og standardiseres men kan / ønsker vi også at behovene globaliseres og standardiseres?

Naturen er en åben bog. Man kan indlæse det man vil i det.

Man kan med afsæt i ovenstående skriv fremhæve, at arter forsøger at udbrede sig så godt de kan: "Symbioser hvis det fremmer min eksistens, fint nok, men trives jeg og mine efterfølgere bedst som en parasit, så er det det jeg gør" synes at være læren fra planterødderne. Der er intet altruistisk over naturen. At læse de naturvidenskabelige tekster over røddernes liv kan til tider være som at læse en blanding mellem en hardcore forretningsplan og et neoliberalistisk manifest. Det er i sandhed "arternes overlevelse" og "the selection of a favoured races", for nu at vende tilbage til Darwin.

Men det er også en anden indsigt, vi kan tage med os fra symbioser: At stabile, tætte og lokale relationer kan give noget, som ikke kan opnås i systemer uden binding. Vi kan grine af at Linne forestillede sig kokosnødder fra Småland. Og samtidig finder vi det tæt på umuligt at forestille os en økonomi, hvor både produktion og behov har "klimazoner". Er en Louis Vuitton-taske købt i Kina eller en avocado fra Chile konsumeret i Viborg ikke en moderne variant af Linnes smålandske kokosnødder? Vi opstiller helt forskellige spilleregler for natur og økonomi: Naturen har, "naturligvis", sine geografiske bindinger og økonomien er, tænker vi, naturligvis grænseløs. Natur- og samfundstænkningen blev i starten udviklet i et tæt parløb med økonomi i naturforståelsen og ditto natur i økonomiforståelsen. Måske tiden er inde til igen at blande kortene – måske tiden igen er inde til at tage tråden op fra Linne med en "economy of nature".

En parasits grundregel må være, at man ikke skal slå den vært ihjel, man snylter på. Medmindre man kan finde en ny vært selvsagt. Så mens vi venter på at finde liv eller skabe liv på andre planeter, er der måske ikke så mange alternativer til symbioser i den form, der er til gavn for alle parter.

Litteraturliste

Boons, F., et al (2016): *Industrial Symbiosis Dynamics and the problem of Equivalence*, Journal of Industrial Ecology, vol 0, no 0.

Bronstein, J (1994): *Conditional outcomes in mutualistic interactions*, TREE vol 9, no 6

Casson, M. (1997): *Information and Organization – A new perspective on the Theory on the Firm*, Clarendon Press, Oxford, 1997.

Chertow, Marian R (2000): *Industrial Symbioses: Literature and Taxonomy*, Annual Reviews, no 25, side 313 – 37.

Chertow, Marian R (2007): *“Uncovering” industrial symbiosis*, Journal of Industrial Ecology, vol 11, no 1.

Chertow, Marian R og Ehrenfeld, J (2012): *Organizing self-Organizing Systems – toward a theory of industrial Symbioses*, Journal of Industrial Ecology, Volumen 16, no 1.

Coase, R. H. (1937). *The nature of the firm*. Economica (16), 386–405.

Cyert, R. M., & March, J. G. (1963). *A behavioral theory of the firm*. Prentice-Hall.

Ehrenfeld, J og Gertler, N (1997): *Industrial Ecology in Practice – the evolution of interdependence at Kalundborg*, Journal of Industrial Ecology vol 1 no 1

Foss, N. (2000): *Theory of the firm: An introduction to themes and contributions*, in *The Theory of the Firm*, eds. N. Foss, London, Routledge.

Gilbert, S.F, Sapp, J, Tauber, Alfred I (2012): *A symbiotic view of life: we have never been individuals*, the quarterly review of Biology, Vol 87, no 4, side 325 – 340.

Gontier, N., Franco-Ricord, A., & Tarragnat, O. (2025). History of symbiosis. I *Encyclopedia of evolutionary biology* (2. udg.).

Hart, O. (1991): *Incomplete Contracts and the Theory of the Firm*, in *The nature of the firm – origins, evolution, and development*, O.E. Williamson and S. G. Winter (eds.), New York, Oxford University Press.

Honegger, R (2000): *Great Discoveries in Bryology and Lichenology*, The Bryologist 103(2), pp. 307–313

Johnson, N.C. et al (1997): *Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism-parasitism continuum*, new phyto, 135, side 775-585

Kiers, T.E. *et al* (2010): *Mutualism in a changing world: an evolutionary perspective*, Ecology Letters, 13, side 1459-1474

Kiers, T.E. (2011): Reciprocal rewards stabilize cooperation in the Mycorrhizal symbiosis, Science 333, 880

Koerner, Lisbet (1999): *Linnaeus: Nature and Nation*, Harvard University Press

Müller-Wille, Stefan (2012): *The economy of classical natural history*, 2012

Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Havard University Press

Pearce, Trevor (2010): *A great complication of circumstances – darwin and the economy of Nature*, Journal of the History of Biology, 2010, 43: 493 – 528)

Renner, G.T. (1947): *Geography of Industrial Localization*, i *Economic Geography*, vol 23, no 3, side 167 – 189.

Richardson G. B. (1972): The Organisation of Industry, The Economic Journal, September.

Skjødt, M (2021): *Symbiosis Readiness Levels – a conceptual framework for facilitation industrial symbiosis partnerships*, speciale fra CBS 2021.

Temeles, E. J (2006): *The Geographic Mosaic of Coevolution*, *The Auk*, vol 123, no 2, side 605 – 607.

Thomassen, M. A. (2005). *The economic organisation of building processes: On specialisation and coordination in interfirm relations* (BYG Rapport R-093) [Ph.d.-afhandling, Danmarks Tekniske Universitet]

Williamson, O E (1975): *Markets and hierarchies*, New York: the Free Press.

Williamson, O E (1979): *Transaction-cost Economics: The Governance of Contractual Relations*, Journal of Law and Economics, 22, pp. 3-61.