

ROSKILDE UNIVERSITET

HUMANISTISK-TEKNOLOGISK BACHELORUDDANNELSE

Facilitering Af Industrielle Symbioser Gennem Strategiske Værktøjer

(S2025625211 - forår 2020)

BACHELORPROJEKT

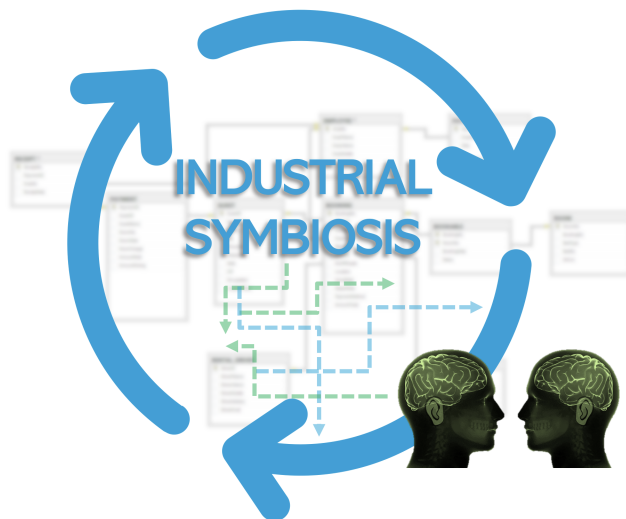
Udarbejdet af:

Heidi Søby ERIKSEN, studie nr. 63674
Rasmus Grevinge JENSEN, studie nr. 63753

Vejleder:

Jens DORLAND

Antal anslag ca.: 88.000



3. JUNI, 2020

RUC

Resumé

Denne rapport beskæftiger sig med industriel symbiose, og med design af værktøjer der har til formål, at facilitere etableringen af industrielle symbioser, med henblik på at fremskynde omstillingsprocessen fra en lineær, til en cirkulær økonomi. Der tages udgangspunkt i Kalundborg Symbiose, der har mange års erfaring med, hvordan affaldsstrømme kan genanvendes gennem samarbejde, i en industriel symbiose. Som case anvendes et pilotprojekt i Kalundborg Symbiose, et projekt der skal være med til at klarlægge, hvordan et parathedsindeks kan videreudvikles, og efterfølgende anvendes som dialogisk værktøj, til faciliteringen af nye industrielle symbioser. Desuden undersøges hvordan digitale teknologier kan effektivisere omstillingen til en cirkulær strategisk planlægning. Det har ikke været muligt at teste værktøjerne, der er designet i forbindelse med projektet, hvorfor det ikke er muligt at konkludere på deres praktiske værdi, om end der beskrives nogle af de mulige effekter, de forventes at kunne bidrage med.

Abstract

This report explores industrial symbiosis and the design of tools which aim to facilitate the development of industrial symbioses, in order to accelerate the transition from a linear economy to a circular economy. Kalundborg Symbiosis was the main inspiration for this study, as for the past few decades in Kalundborg, waste streams have been repurposed through cooperation and industrial symbiosis. A pilot project at Kalundborg Symbiosis is used as a case example within this report, to examine the development and use of a readiness level, and how this might be utilized as a dialogic tool to support the facilitation of new industrial symbioses. The role of digital tools in aiding the transition towards more circular strategic planning is also explored. It was not possible to test the developed tools, and therefore the report is limited to a discussion of what their effect could be, rather than providing conclusions regarding their practical value in a real-world setting.

Indhold

1	Problemfelt	4
1.1	Formål	4
1.2	Problemformulering	4
1.2.1	Arbejdsspørgsmål	4
1.3	Målgruppe	5
1.4	Afgrænsning	5
2	Teori	6
2.1	Cirkulær Økonomi	6
2.1.1	Refleksion over cirkulær økonomi	8
2.2	Videnskabsteoretisk tilgang	9
2.2.1	Refleksion over videnskabsteoretisk tilgang	10
3	Case	11
3.1	Industriel symbiose	11
3.2	Kalundborg symbiose	12
3.3	Partnerskab	14
3.4	EU-støtte	15
4	Metode & Analyse	17
4.1	Interviewform	17
4.2	Interviews	17
4.2.1	Refleksion over interviews	20
4.3	Mikroalgeanlæg	20
4.3.1	Metode til brug for analyse af readiness level	21
4.3.2	Analyse af mikroalgeanlæg	21
4.3.3	Refleksion over analyse af algeanlæg	25
4.4	Nyt readiness level - GAIAS	25
4.4.1	Design af GAIAS	25
4.4.2	Refleksion over GAIAS	29
4.5	Database	29
4.5.1	Design af database	30
4.5.2	Analyse af databasedesign	32
4.5.3	Refleksion over databasedesign	33
5	Diskussion	34
6	Perspektivering	36
7	Konklusion	37
8	Anerkendelser	38
	Litteraturliste	39

Bilag	41
A Spørgeramme til interview med Per Møller og Lars Sørensen	41
B Spørgeramme til interview med Kalundborg Symbiose	42
C Interview med Per Møller, 2. marts 2020	43
D Interview med Per Møller og Lars Sørensen, 31. marts 2020	43
E Interview med Lisbeth Randers, 4. maj 2020	43
F Præsentation af Kalundborg Bioenergi	44
G Præsentation af GAIAS	49
H Konkret eksempel på DB design	59
I Normalized Forms 1,2 og 3	60
J SRL Kalundborg	61

1 Problemfelt

En global befolkningsvækst og deraf øget anvendelse af ressourcer, vil skabe store problemer for fremtidige generationer (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2020). Vi er derfor nødt til at omstille os hurtigere både som forbrugere og virksomheder, med et fremtidig fokus på en større udnyttelse af de ressourcer vi anvender. Vi må gøre op med paradigmet om en lineær økonomi og ændre vores tankegang til en cirkulær (European Commission, 2020, s. 6). Den cirkulære tankegang kan blandt andet ske ved at skabe industrielle symbioser, der udnytter hinandens reststrømme og dermed forbliver ressourcer i længere tid i et kredsløb (OECD, 2019, s. 5). Nøglen til at skabe en industriel symbiose er gennem samarbejde, men samarbejdet er en svær proces at i gang sætte, selv om der er mange omstændigheder der gør at det har store fordele (Chertow, 2007, s. 12). I Danmark har vi et godt ry for at have etableret en velfungerende industriel symbiose i Kalundborg, som i dag er baseret på et samarbejde med en cirkulær økonomisk tilgang (Kalundborg Symbiose, 2020). Derfor tager vi udgangspunkt i symbiosen for at undersøge, hvordan et samarbejde bliver etableret bedst muligt, med en fleksibel og dynamisk tilgang. Gennem en case om et mikroalgeanlæg, undersøger vi hvordan der kan designes et dialogisk værktøj (et readiness level), som kan være med til at skabe et fundament for en veletableret opstart af industrielle symbioser.

Da digitalisering og samling af data vedrørende værdistrømme yderligere kan være med til at optimere processen ved en omstilling til en industriel symbiose, vil vi via et database design give et bud på hvad en database skal indeholde for at kunne skabe værdi for potentielle samarbejder.

1.1 Formål

Gennem projektet vil vi tilegne os viden og færdigheder, om industrielle symbioser og hvilke aktører der interageres med, samt undersøge hvordan dialog og anvendelse af data, kan optimere et samarbejde relateret til grøn omstilling.

1.2 Problemformulering

Hvordan kan strategiske værktøjer fremme samarbejde og facilitere udviklingen af industrielle symbioser?

1.2.1 Arbejdsspørgsmål

Vi har valgt at opløfte problemformuleringen til arbejdsspørgsmål, som vil blive besvaret i løbet af rapporten, uden dog at blive fremhævet.

Arbejdsspørgsmål:

1. *Hvordan opstod og endte samarbejdet om mikroalgeanlægget i Kalundborg Symbiose?*
 - Mikroalgeanlæggets historik undersøges gennem empiri indhentet via interviews, der kan danne et overblik over hvordan en samarbejdspartner interagerer med Kalundborg Symbiose.
2. *Hvorledes kan mikroalgeanlægget scores i et readiness level design?*
 - Ved at anvende empiri fra interviews sammen med en metodik af Klaus Sommer, vil vi udarbejde en analyse der beskriver hvordan mikroalgeanlægget placerer sig i et parathedsindeks (readiness level).

3. *Hvorledes kan et nyt readiness level design udformes?*

- Vi vil ud fra analysen af mikroalgeanlægget og teori om cirkulær økonomi og dialog, udvikle et værktøj for etablering af industrielle symbioser.

4. *Hvilke data skal anvendes, for at kunne designe en database der kan optimere fremtidige samarbejder, i en symbiose?*

- For at kunne optimere indhentning af data om reststrømme, udformes et oplæg til en database, der kan være med til at tydeliggøre mulige samarbejdspartnere.

5. *Hvilke barrierer er der i forbindelse etablering af industrielle symbioser?*

- For at danne et netværk der samarbejder om dannelse af en industriel symbiose, er der forskellige tilgange til en opstart - vi undersøger her præmisser og barrierer.

1.3 Målgruppe

Vores målgruppe for de designs vi vil udvikle, er produktionsvirksomheder som har en reststrøm der kan omsættes til en ressource for en anden virksomhed. For at lette strukturen i en omstillingsproces, vil vi udarbejde et readiness level, der kan bidrage til en struktureret udviklingsstrategi, hvor omdrejningspunktet er cirkulær økonomi. Desuden vil vi udarbejde et oplæg til et databasedesign, der kan anvendes til at optimere viden om reststrømme og dermed medvirke til både at forberede og forbedre et samarbejde på tværs af både private- og offentlige virksomheder.

1.4 Afgrænsning

Vi har valgt at anvende Kalundborg Symbiose som ekspert i forståelsen af en industriel symbiose, da deres samarbejde på tværs af virksomheder, bundet i mange års erfaring (Kalundborg Symbiose, 2020). Vi vil ikke forsøge at definere hvor bæredygtig Kalundborg Symbiose er, og ej heller vurdere om samarbejdet mellem de forskellige virksomheder i Kalundborg Symbiose yderligere kan udvikles gennem andre cirkulære modeller.

2 Teori

Vi vil i dette afsnit præsentere teori om cirkulær økonomi, hvor vi anvender præmissen om at alle ressourcer genanvendes med respekt for kommende generationer, og dermed lægges der vægt på et bæredygtighedsprincip. Vi vil komme ind på definitionen af cirkulær økonomi gennem fire principper af Ellen MacArthur Foundation samt anvendelsen af Accentures fem ledelsesevner, der har fokus på værdiskabelse. Dernæst hvordan digitalisering i form af databaseret information kan anvendes til optimering af ressourceeffektiviteten. Desuden indeholder afsnittet en kort introduktion til kritisk teori, af Habermas, som er vores videnskabsteoretiske standpunkt.

2.1 Cirkulær Økonomi

For at gøre op med paradigmet om den lineære økonomi introduceres virksomheder i dag, for cirkulære modeller som både tager hensyn til de miljømæssige, og de økonomiske aspekter ved deres produktion (European Commission, 2020, s. 6). Omstilling til cirkulær økonomi kræver ressourceeffektivitet, hvor ressourcer genanvendes igen og igen i et lukket kredsløb som illustreret i figur 1.

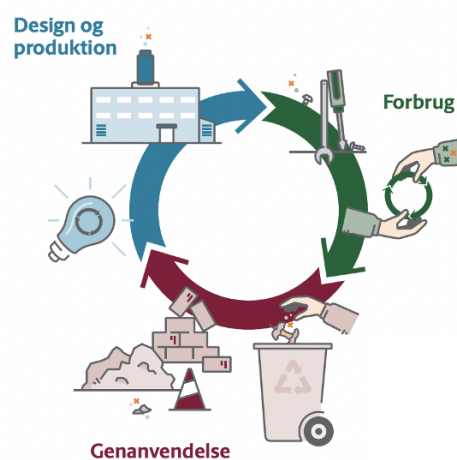
Ellen MacArthur har fremsat fire principper for forskellige tilgange til cirkulær økonomi. De fire principper er; 1) *'Power of the inner circle'* - Jo tættere et kredsløb, jo mindre spild og dermed en større økonomisk indtjening. Princippet vil give en højere substitutionseffekt af primært (jomfrueligt) materiale. 2) *'Power of circling longer'* - Ved at fokusere på vedligeholdelse, vil det forøge værdiskabelsen og forlænge materialets levetid. 3) *'Power of cascaded use'* - Ved at kaskadere materialer og produkter, kan de transformeres til genanvendelse. 4) *'Power of pure circles'*

- En renere og en højere kvalitet af materialer understøtter de tre øvrige principper og kræver at materialer ikke er forurenede under deres vej for at blive til et produkt (Guldmann, 2016, s. 14).

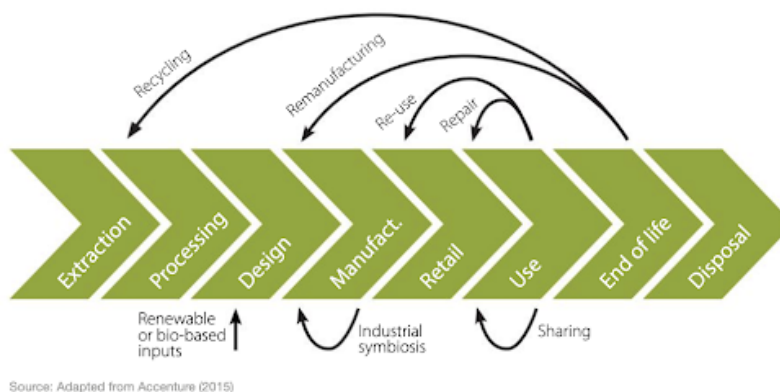
Med et økonomisk perspektiv kan det også beskrives således: For at skabe værdi for forretningen handler det først om, at der ikke er et spild af ressourcer og at produkter er designet til at kunne genbruges. Dernæst handler det om at forlænge holdbarheden af et produkt, og at materialer og komponenter fra produktet kan genanvendes til andre produkter. Til sidst er det vigtigt, at der er en holdbar indsamling af udtjente produkter, og at de kan skilles ad, så der kan skabes en re-distribuerings af materialer til genanvendelse (Guldmann, 2016, s. 14).

For at få virksomheder til at indgå i en omstillingsproces skal opmærksomheden rettes mod hvordan nye teknologier og forretningsmodeller baseret på lang levetid, fornybarhed, genbrug, reparation, opgradering, renovering, kapacitetsdeling og dematerialisering kan bidrage til en bæredygtig fremtid. Men fokus skal også være på at virksomhederne allerede fra starten i designet af produktet, tænker ressourceeffektivitet ind. Her skal der ses på hvordan hele værdikæden kan bidrage til en ressourceoptimering.

Der findes mange forskellige cirkulære forretningsmodeller, men vigtigst af alt er, at en forretningsmodel beskriver hvordan en virksomhed skaber, indfanger og producerer værdi (Guldmann, 2016, s. 13). Ovenstående sammenhænge kan illustreres som i modellen af Accenture der viser de forskellige dele



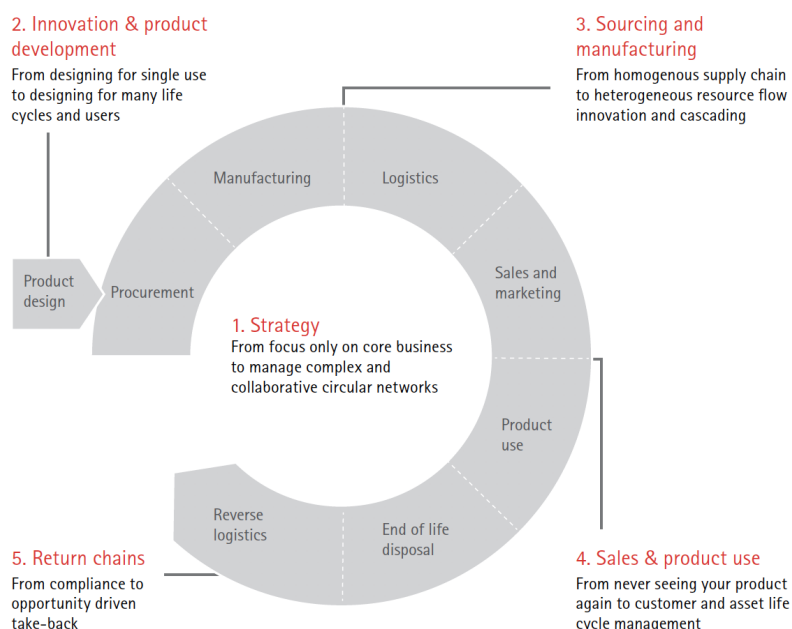
Figur 1: Illustration fra *Strategi for cirkulær økonomi* (Miljø- og Fødevareministeriet, 2018, s. 7)



Figur 2: 'Circular business models operate in different parts of the value chain' (OECD, 2019, s. 5)

af en værdikæde (se figur 2). Her ses også hvordan industrielle symbioser kan bidrage til et cirkulært kredsløb i produktionen (OECD, 2019, s. 5).

Modellen illustrerer med de grønne pile en lineær værdikæde, og ved at tilføje de sorte pile illustreres den cirkulære værdikæde, hvor ressourcer genanvendes på forskellig vis. Det er vigtigt at pointere, at for at en cirkulær økonomi kan lykkes, skal alle parter af værdikæden arbejde sammen mod et fælles mål, om en mere bæredygtig økonomi. Accenture har desuden et bud på fem ledelsesevner der passer ind i værdikæden, og er med til at sætte struktur på en strategi (Lacy, 2014, s. 16–18). De fem ledelsesevner er delt op i; '*Business planning and strategy*', '*Innovation and product development*', '*Sourcing and manufacturing*', '*In sales and marketing*' og '*Reverse logistic and return chains*' som kan ses i figur 3.



Figur 3: Model af Accenture der viser ledelsesevner (Lacy, 2014, s. 18)

De fem ledelsesevner kan beskrives således (Lacy, 2014, s. 18–19):

- *'Business planning and strategy'* har fokus på, at etablere en strategi som samarbejder med både partnere, leverandører og kunder om en cirkulær tilgang hertil.
- *'Innovation and product development'* har fokus på et innovativt design ved at skabe produkter der har en cirkulær tilgang til ressourcer og materialer.
- *'Sourcing and manufacturing'* skaber en tilgang, hvor der er behov for fleksibilitet i omstillingen til tilgange af ressourcer som ofte kan være fra flere forskellige leverandører.
- *'In sales and marketing'* skaber et ejerskab for de producerede produkter, da produktet skal være tænkt ind i at kunne vedligeholdes, opgraderes eller helt returneres til producenten.
- *'Reverse logistic and return chains'* skaber ejerskab for produktet, der er overgået til producenten, som skal sørge for at returnerede produkter kan genanvendes.

Ledelsesevnerne vil blive anvendt som rammesætningen for udarbejdelse af et nyt readiness level, da de inspirerer til en struktureret tilgang ved at have fokus på cirkulær økonomi.

Udover at Accenture giver et bud på ledelsesevner, har de også et bud på disruptive digitale teknologier. Teknologier der kan være med til at sikre en nemmere kvalitetsikring, bedre miljørisikovurdering, større effektivitet og der igennem øge tilgængeligheden til sekundære ressourcer (Lacy, 2014, s. 17). Disruptive digitale teknologier som også er informationsteknologier, kan være Internet of Things, fysiske teknologier som 3D print og biologiske teknologier som bioenergi, alle er teknologier der kan medvirke til en grønnere omstilling gennem digitalisering (Lacy, 2014, s. 16).

Digitale teknologier kan være med til at forbedre energiløsninger, der er med til at optimere ressourceeffektivitet. De kan analysere værdistrømme ved at samle informationer om virksomheders anvendelse af ressourcer, og de kan lokalisere overskud af reststrømme. Digitalisering kan desuden være med til at genkende indhold i råmaterialer, spore produkters materialeindhold og kvalitet, og være incitament til at dele eller udleje produkter og serviceydelser (Lacy, 2014, s. 11). Når informationen er tilgængelig gennem databaser, vil det efterfølgende gøre det nemmere for virksomheder, at lokalisere både reststrømme og nye samarbejdspartnere ved at have adgang til databasen. Fokus vil være på at mindske omkostninger og udnytte potentialet for at kunne genanvende ressourcer.

2.1.1 Refleksion over cirkulær økonomi

Teorien om cirkulær økonomi kan være med til at understøtte og udvikle et nyt design af et readiness level, som værdikæden (se figur 2), der udtrykker hvor stor betydning samarbejdet har for at der kan skabes cirkularitet. De fem ledelsesevner fra Accenture vil kunne være med til at udvikle et fundament for et readiness level, da de beskriver en effektiv strategisk udvikling, i en industriel symbiose, og er med til at sætte fokus på hvordan materialer produceres (Lacy, 2014, s. 18–19).

For at øge den cirkulære omstilling kan inddragelse af digitalisering ved et design af en database, være med til at synliggøre og optimere ressourcestrømme.

2.2 Videnskabsteoretisk tilgang

For at fremme samarbejdet og forståelsen for aktørernes handlinger i en planlægnings og beslutningsproces, og for at udvikle et dialogisk værktøj, har vi valgt at tage udgangspunkt i '*kommunikativ handling*' af Jürgen Habermas, hvor teorien præsenterer både kritisk teori, herunder kritisk hermeneutik, og kommunikation (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 333) (Jensen, Andersen, Hansen & Nielsen, 2007, s. 32). Teorien bidrager til at det er samtalen som er i centrum, og at det er her igennem at meningsfuld viden opstår (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 343). Først skitseres Habermas tre erkendelsesinteresser som er:

- Den *tekniske* som er empirisk-analytisk og orienteret mod naturbeherskelse og teknisk herredømme
- Den *praktiske* som er historisk-hermeneutisk og retter sig mod fortolkning af traditionen og en fælles normativ handlingskoordinering
- Den *frigørende* som har til mål at løsgøre bevidstheden fra de etablerede magtforhold som også er i en kommunikationsteoretisk retning (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 384).

Det er den *frigørende* vi har fokus på, da den skaber kritisk selvrefleksion og muliggør en herredømmefri dialog (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 384). Det vil sige en indbyrdes forståelse, hvor på der kan tages beslutninger. Dermed sætter han rammerne for hvordan sandheden skal opfattes, og kan fremme demokratiske dialoger, da sandheden er det man i fællesskabet kan blive enige om (*kommunikativ handling*), og som er gyldig via forståelighed, sandhed (objektive), rigtighed (sociale) og oprigtighed (subjektive) (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 381). I dialog anvender Habermas fire måder at tilgå fornuftsbetonede beslutninger:

- '*Instrumentel-teknisk*' dannes ud fra en logisk rationel tilgang
- '*Moralsk*' - dannes ud fra værdier og etik
- '*Følelsesmæssig æstetisk*' - dannes ud fra følelsesmæssig erfaring
- '*Kommunikativ*' - dannes ud fra dialog i sociale relationer

(Jensen m.fl., 2007, s. 36)

Alle fire tilgange konstruerer meninger og forståelseshorisonter og skal ifølge Habermas vægtes lige, trods at det normative er, at vælge viden (Instrumentel-teknisk) som det dominerende i en argumentation for en beslutning (Jensen m.fl., 2007, s. 32). Habermas mener at rational sandhed er fornuftsbetonet og videnskabeligt styret i det moderne samfund (Jensen m.fl., 2007, s. 34). Habermas' teori bunder derfor i at der gøres op med den rationelle planlægning, og at der gøres plads til både den subjektive og den objektive erkendelsesinteresse, der afhænger af livs- og handlingssammenhænge som mennesker indgår i (Jensen m.fl., 2007, s. 36). Habermas mener også, at man kan forkaste fordomme ved at afsløre dem og dermed opnå et forandringspotentiale der er med til at frigøre mennesket (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 335).

Med de fire tænke måder er der plads til at legitimere andre vidensformer og derved skabes konsensus på tværs af interesseforskelle mellem aktører (Jensen m.fl., 2007, s. 37). Dog er der opmærksomhed på vores rolle, som dem der bearbejder og indsamler empiri, og dermed vores påvirkning af form, og opfattelse af de barrierer vi ser. Teorien belyser de spændinger der kan opstå i et partnerskab, og hvordan der gennem dialog kan træffes fornuftsbetonede beslutninger.

2.2.1 Refleksion over videnskabsteoretisk tilgang

I projektet anvender vi cirkulær økonomi som en idealform til, at opnå en bedre fremtid for kommende generationer. Men forskellige barrierer gør, at idealet kan være svært at opnå - en af dem er beslutningsprocessen. Habermas kan være med til at belyse de bagvedliggende strukturer i beslutningsprocesser, da hans erkendelsesinteresse benyttes som grundlag for, hvordan vi f.eks. kan tilsidesætte økonomi ved en omstilling til et bæredygtigt fællesskab, og i stedet fokusere på miljømæssige hensyn.

Teorien viser vores videnskabsteoretiske standpunkt, men anvendes i meget bred forstand, for at skabe refleksion over hvordan der kan dannes mening i det fællesskab som en symbiose indgår i, og hvor der argumenteres for, at den kommunikative planlægning kan være med til at fremme demokratiske dialoger (Jensen m.fl., 2007, s. 33).

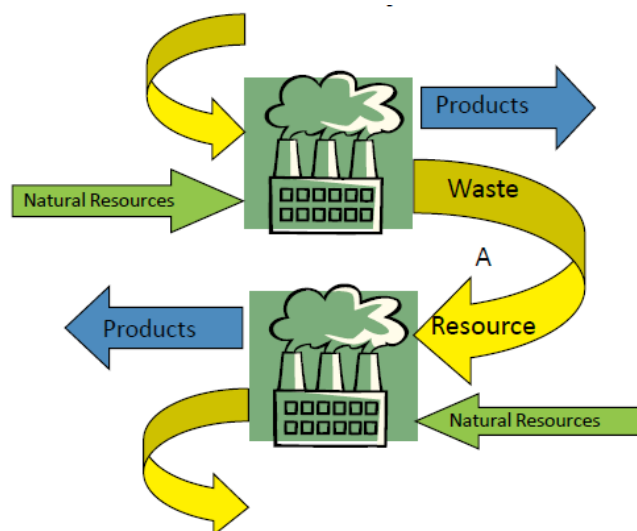
3 Case

I dette afsnit vil vi definere, hvad en industriel symbiose er. Dernæst følger en kort introduktion til Kalundborg Symbiose, og hvordan samarbejde og partnerskab kan være det innovative omdrejningspunkt i en symbiose. Desuden vil vi se på hvordan EU-støtte fremmer nye innovative projekter som et mikroalgeanlæg.

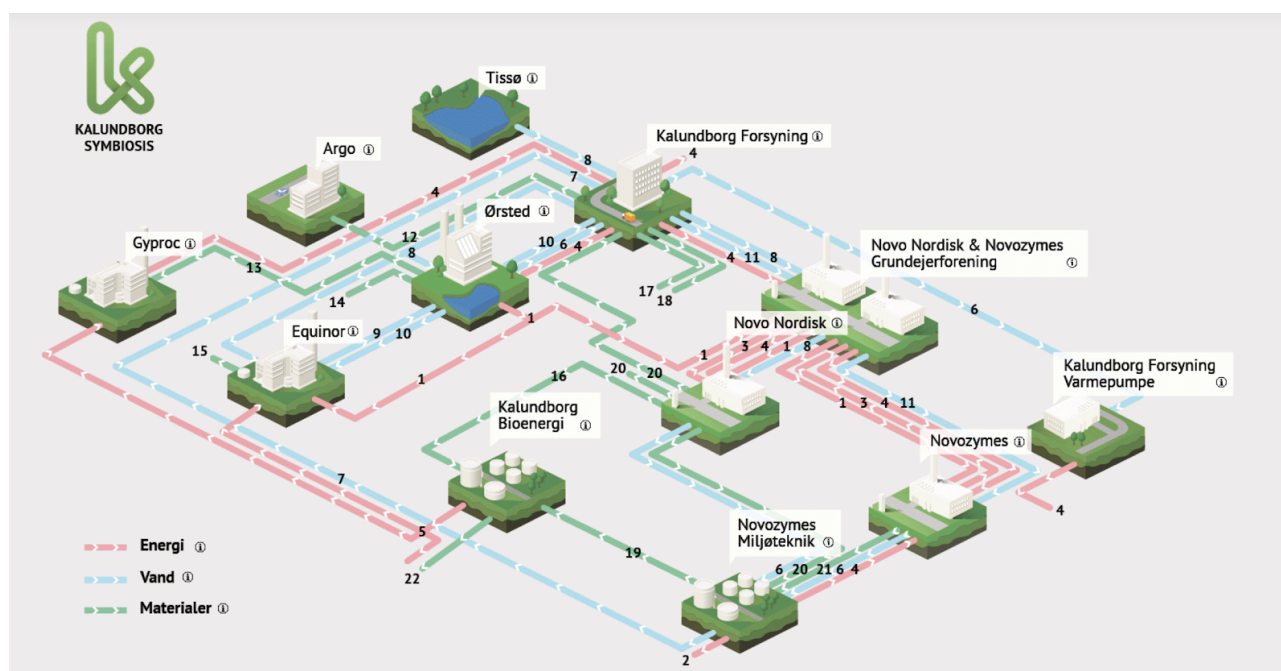
3.1 Industriel symbiose

Ordet symbiose stammer fra græsk (sym = "sammen" + bios = "liv"), og begrebet bliver bredt forstået som *"et forhold mellem organismer/organisationer/mennesker hvori alle parter drager fordel"* (Ayres & Ayres, 2002). Det vil sige, at i en symbiose udveksler to parter materialer, energi eller information som kan gavne den anden part (Ayres & Ayres, 2002, s. 355).

Som Ehrenfeld og Chertow beskriver det i *„A Handbook of Industrial Ecology“*, så er det et partnerskab hvor restmaterialer kan udgøre det for råmaterialer hos en anden part, og dermed kommer begge parter til gavn. Så i stedet for at betale for at få fjernet mulige genanvendelige ressourcer, kan de forarbejdes til nye ressourcer (Ayres & Ayres, 2002).



Figur 4: Illustration af Industrielsymbiose (DAKOFA, 2020)



Figur 5: Energistrømmene imellem partnerskaber i Kalundborg Symbiose (Kalundborg Symbiose, 2020)

3.2 Kalundborg symbiose

Private og offentlige virksomheder i Kalundborg har siden 1961 udnyttet hinandens ressourcer mere optimalt, og på en mere bæredygtig facon, end hvad en virksomhed kan formå alene. Kalundborg Symbiose har derfor i mange år været kendt som en af de mest veletablerede symbioser i verden. En symbiose som gennem partnerskab udnytter reststrømme fra én partner der herefter bliver til en ressource for en anden partner (Kalundborg Symbiose, 2020). Ved at udnytte hinandens ressourcer opnås en cirkulær tilgang med effektivisering af ressourcebrug. En ressourceudnyttelse som både giver miljømæssige gevinster, i form af mindre spild, og økonomiske gevinster, i form af effektivisering ved f.eks. minimering af transport. Desuden opnås også et værdifuldt vidensmiljø (Kalundborg Symbiose, 2020). De mest populære værdistrømme i Kalundborg Symbiose står opført i tabel 1 på side 13, de giver et indblik i hvilke reststrømme der kan være af betydning som ressource for en anden partner. tabellen er udarbejdet på baggrund af en illustration af værdistrømme fra Kalundborg Symbiose, se figur 5 på side 11.



Kalundborg Symbiose

Kalundborg Symbiose er et enestående eksempel på, hvordan industrien kan producere på en bæredygtig måde, der både er skånsom for miljøet og samtidig skaber vækst. Siden 1972, hvor det første symbioseprojekt blev etableret, er offentlige og private virksomheder i Kalundborg gået sammen om at udnytte ressourcerne endnu bedre end en enkelt virksomhed kunne gøre alene. Det har over årene skabt et helt unikt industrielt økosystem, der i dag består af ikke mindre end 22 forskellige strømme.

Kalundborg Symbiose blev etableret som en forening i 1996, og var fra 2011 til 2019 forankret i Kalundborg Kommune, hvor sekretariat blev varetaget af Kalundborg Kommunes Udviklingsstab. I dag er Kalundborg Symbiose en privat virksomhed, der har et tæt samarbejde med Dansk Symbiose Center som er en del af region Sjælland. I Kalundborg Symbiose har alle medlemmer en plads i bestyrelsen, der mødes ca. fire gange årligt.

(Kalundborg Symbiose, 2019)

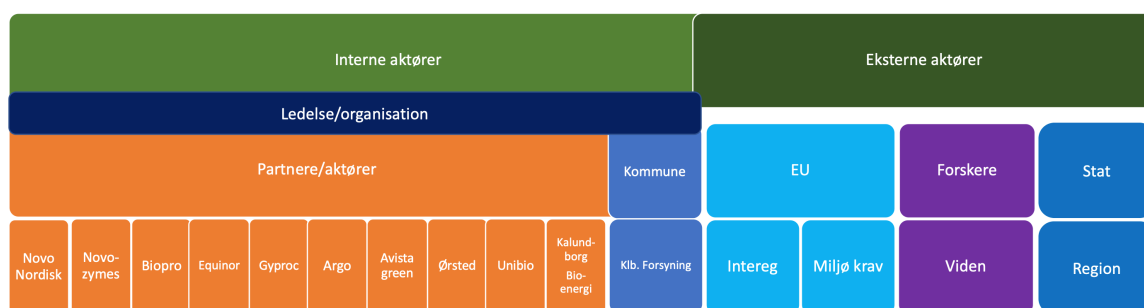
De mest populære værdistrømme der udnyttes i Kalundborg Symbiose	
Affald	Affald fra virksomheder i symbiosen udnyttes til el- og varme- produktion på Roskilde Kraftvarmeværk.
Damp	Overskudskapacitet af damp anvendes til opvarmning, sterili- sering og destillation.
De-ioniseret vand	Overskud af de-ioniseret vand (spædevand) også kaldet de- mineraliseret vand deles mellem virksomheder der anvender vandet til at drive generatorer i dampturbiner.
Ethanol	Overskud af ethanol bliver både genanvendt og brugt i bio- gasanlæg. Desuden kan ethanolen også anvendes til at fjerne nitrogen i spildevand.
Flyveaske	Flyveaske er et restprodukt fra afbrænding af kul, flyveasken bruges som ingrediens til at producere cement.
Gærfløde	Gærfløde er et overskudsingrediens som forgasses. Biogassen opgraderes derefter til naturgas og gødning.
Kondensat	Varm kondensat anvendes til at lave ny varm damp af.
Procesvand	Procesvand anvendes til produktion af biogas da det indehol- der mange næringsstoffer. Biogassen opgraderes derefter til naturgas og gødning.
Næringsstoffer	Næringsstoffer udvindes af biomasse.
Overfladevand	Overfladevand fra Tissø anvendes til nedkøling af produktion. Brugt overfladevand som har været brugt til køling men som ikke er forurennet, kan anvendes igen til produktion af damp. Desuden er vandet varmere end Tissøvand og derfor anvendes der mindre energi på at opvarme vandet. Renset overfladevand fra Tissø anvendes også som rensat vand til produktion.
Røg	Renset røg fra Asnæsværket omdannes til industrigips, da røgen renses gennem kalk hvor svovlet binder sig til kalken. Industrigips er ikke det samme som naturgips og dermed anvendes der ikke af naturens ressourcer.
Slam	Slam fra forsyningens rensningsanlæg anvendes til gødning.
Spildevand	Varmt spildevand optimerer rensningen, da bakterier renses vandet hurtigere ved en temperatur over 20 grader. En del af varmen i spildevandet anvendes til at producere fjernvarme.
Svovl	Svovl fra olieproduktion omdannes til gødningsstoffet ammoni- umthiosulfat (ATS). ATS er flydende og er nemmere at dosere for landmanden.

Tabel 1: Ressourceudnyttelse i Kalundborg Symbiose (Kalundborg Symbiose, 2020)

3.3 Partnerskab

I dag er Kalundborg Symbiose kendt som en privat virksomhed og et 'brand' der har opnået et renommé, hvor mange forskellige ressourcer optimeres gennem et solidt partnerskab (Kalundborg Kommune, 2020). I 2017 bestemte Kalundborg Symbiose sig for, at der inden 2025 skulle implementeres 10 nye projekter, for at opnå og dele viden under mottoet, *"Systems make it possible, people make it happen"* (Sommer, 2020, s. 24). Det giver symbiosen mulighed for at udfordre sig selv til at samarbejde med endnu flere aktører, se figur 6 for oversigt over de forskellige aktører.

Siden Kalundborg Symbiose blev etableret, har samarbejdet udviklet sig, så den i dag består af følgende medlemmer: Novo Nordisk, Novozymes, Equinor Refining Denmark, Ørsted, Gyproc Saint-Gobain, Avista Green, Argo, BIOPRO, Kalundborg Forsyning og Kalundborg Kommune. Som det kan ses på figur 7, har den geografiske placering også stor indflydelse på samarbejdet, da partnerne er placeret tæt på hinanden. I 2020 er to nye medlemmer kommet til, nemlig Unibio og Kalundborg Bioenergi (Kalundborg Symbiose, 2020). Desuden har symbiosen også et tæt samarbejde mellem universiteter som f.eks. DTU (Danmarks Tekniske Universitet) (Safafar, 2016).



Figur 6: Egenproduceret illustration over aktører i Kalundborg symbiose

Alle samarbejdsaftaler i Kalundborg Symbiose bygger på netværk, tillid og deling af 'know-how'. Der udvikles konstant nye grønne teknologier, som der er mulighed for at teste og demonstrere i pilotanlæg. Dette understøttes af bestyrelsens tætte samarbejde med BioPro, som har fokus på start-up af virksomheder med anvendelse af procesteknologi (Kalundborg Symbiose, 2019). Her udvikles mulige afsæt for nye innovative idéer, hvor kompetencer, viden og ressourcer kan videreudvikles og igangsætte mere effektive og bæredygtige løsninger med bioteknologier.

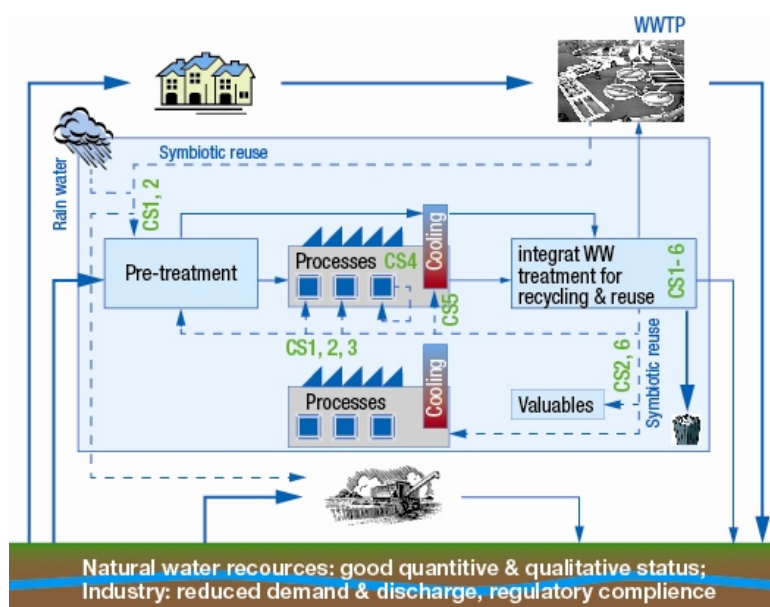


Figur 7: Oversigtsfoto over symbiosepartneres geografiske placering i Kalundborg

3.4 EU-støtte

I september 2012 blev første spa-destik taget til et mikroalgeanlæg, som var et partnerskabsprojekt med forsøg af alger til at oprense spildevand. Projektet kunne kun lade sig gøre, da det fik økonomisk støtte fra EU, hvor støtten udgjorde 7,5 millioner danske kroner og gik til Kalundborg Kommune gennem EU-projektet 'E4Water' (Ingeniøren, 2012). E4Water er et projekt som hører under EU, og er med i samarbejdet omkring en mere holistisk tilgang til et renere vandmiljø i den kemiske industri. Det vil sige, at de stræber efter at virksomheder kan tilgå en større ressourceeffektivitet, og ser ikke på hvordan virksomhederne opnår en større økonomisk vækst (E4water, 2020).

Mikroalgeanlægget blev strategisk placeret ved siden af Kalundborg Forsyning der ligger tæt på mange store industrier og Kalundborg Havn. Her skulle anlægget som et forsøg køre med oprensning af spildevand fra Novo Nordisk og Novozymes, for derefter at producere en værdifuld biomasse (Ingeniøren, 2012). Efter at anlægget var blevet testkørt fra april 2013, udløb tilgangen af EU midler i november 2016, se faktaboks 'Mikroalgeanlægget' side 16. Da der ikke var økonomisk incitament til at køre anlægget videre, stoppede man testanlægget og lod det stå stille i en del år (Bilag C). Anlægget blev efterfølgende taget ned i marts 2020 og selve huset (drivhuset) anvendt til andre forsøg i samarbejde med universiteter og Kalundborg Forsyning (Bilag C).



Figur 8: Konceptvisualisering fra E4Water (E4water, 2020)



Figur 9: De grønne rør som fører reststrømme, kan ses mange steder i Kalundborg (Kalundborg Kommune, 2020b)

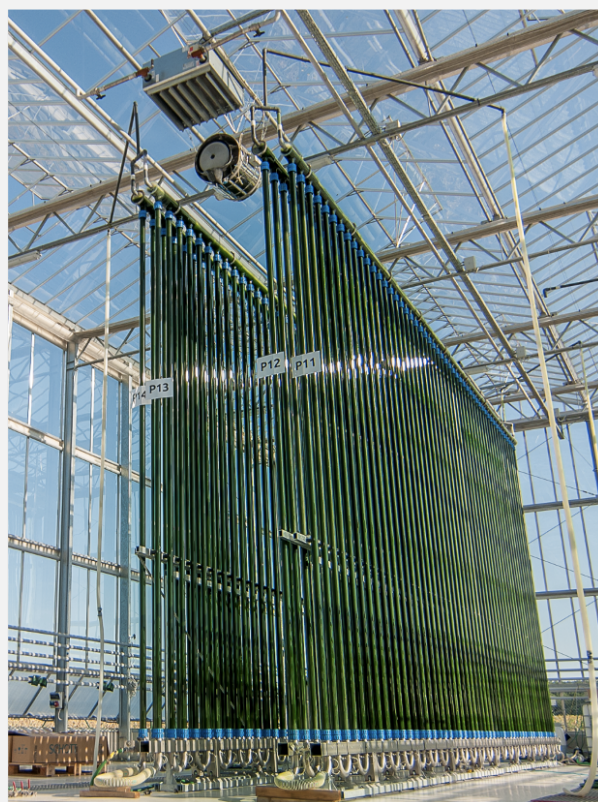
Mikroalgeanlægget

Algeanlægget bestod af ti vertikale algeelementer (reaktorer), som hver var ca. 6 meter høje og stod i et stort drivhus på 320m². Igennem reaktorerne bevægede algesuppen sig, hvor hver reaktor kunne indeholde op til 4.000 liter algesuppe. Tilsammen kunne de 10 reaktorer producere 10-40 kg tørstof pr. dag. Algerne levede i vand ved en temperatur på 20-30° celsius, hvor varmen primært kom fra overskudsvarme fra de samme industrier som leverer spildevand til Kalundborg Forsyning (Ingeniøren, 2012). Spildevand har ofte et højt indhold af nitrat og fosfor som var vigtige for at algerne kunne vokse og formere sig.

Mikroalgeanlægget anvendte 4-5 algearter der havde den egenskab at de kunne rense spildevandet – herefter er rent vand og biomasse et resultat af rensningen. Biomassen indeholdt fosfor og kvælstof, da det var hvad algerne levede af (Nielsen, 2013).

Det spildevand som blev anvendt ved testdemonstration af mikroalgeanlægget var spildevand fra Novozymes' Renseanlæg, der blev kørt i tankvogne til Kalundborg Forsyning, hvor Kalundborg Rensningsanlæg befinder sig. Her stod tankene fire dage i karantæne, inden de kunne anvendes som testmedie. De fire dages karantæne var for at sikre at der ikke var GMO i vandet. Herefter blev spildevandet testet for GMO inden det blev anvendt i mikroalgeanlægget (bilag D).

Solen bliver også anvendt som ressource til mikroalgeanlægget, da algerne vokser ved solens varme og energi. Reaktorerne kunne desuden dreje, så alle og hele elementet fik sollys. Algerne udviklede sig også via de næringsstoffer der var i spildevandet (Safafar, 2016, s. 7). Det var målet, at det rene vand som algerne ville afgive, efterfølgende skulle kunne anvendes til industriel brug. Desuden skulle den olieholdige biomasse der ville fremkomme, kunne anvendes til biodiesel, gødning på markerne samt til foder, kosmetik og til lægemidler (Kirk, 2015).



Figur 10: Reaktorerne med alger (Møller, 2017)

4 Metode & Analyse

Følgende afsnit handler om de metoder vi har anvendt i forbindelse med vores analyse og generering af design til readiness level og database. Indhentning af empiri består af ekspertinterviews med aktører der bla. har relation til Kalundborg Symbiose. Her erfarer vi, hvordan casen med mikroalgeanlægget placerer sig gennem de forskellige trin i symbiosens readiness level, og hvordan et nyt readiness level kan designes. Her ser vi også på, hvordan et database design kan være med til at danne et overblik over reststrømme.

4.1 Interviewform

Den primære empiri er baseret på kvalitative ekspertinterviews, der har dannet basisviden for hvordan en etablering af et samarbejde fungerer i Kalundborg Symbiose. Flere af vores interviews, er semistrukturerede, dvs. at de indeholder en interviewguide opdelt i fokusområder med en spørgeramme, hvor informanternes svar påvirker interviewets retning (Brinkmann & Tanggaard, 2015). Andre interviews har karakter af uformelle samtaler (Aarhus Universitet, 2020). Vi er selvfølgelig opmærksomme på, at samtalen i vores interviews er konstrueret af både det sproglige og det fysiske, og at begge dele har stor indflydelse på samtalen (Brinkmann & Tanggaard, 2015).

Vi havde møde med Lisbeth Randers i december 2019, i februar 2020 og igen i maj 2020. Samt interview med Per Møller og Lars Sørensen, inden at det blev fysisk umuligt at møde hinanden pga. covid-19 og nedlukningen af Danmark. De interviews som er udført efter d. 11. marts var fysiske udfordret, da de foregik via Teams/Zoom som er et online samtale program. Interview metoden kan have haft indflydelse på den interaktion som normalt foregår ved en fysisk tilstedeværelse ved et interview, og derved have påvirket retningen af interviewet (Brinkmann & Tanggaard, 2015). Optagede interviews kan findes i bilag C, D og E.

4.2 Interviews

Formålet med ekspertinterviews af Kalundborg Symbiose er, at kende konteksten i forbindelse med hvordan et partnerskab indgås og hvordan det derefter forbliver udbytterigt for begge parter. Vi har desuden talt med Dansk Industri med det formål, at finde ud af om de har data tilgængelig, der kan hjælpe os med at udvikle et database design. Herunder er listet de ekspertinterviews vi har indhentet, med et kort resumé:

Samtale med Lisbeth Randers

- 17. december 2019- direktør - Kalundborg Symbiose - ikke optaget

Samtale med Lisbeth Randers om bachelor projekt, hvor hun fortalte om de overvejelser de havde gjort sig i forbindelse med at vi kunne skrive bachelorprojekt for Kalundborg Symbiose. Lisbeth fortalte om symbiosen og det arbejde der var lagt i at lave et draft af et readiness level. Efterfølgende aftalte vi, at mødes i februar efter semesterstart for at diskutere rammerne for projektet.

Interview med Lisbeth Randers

- 19. februar 2020- direktør - Kalundborg Symbiose - ikke optaget

Til interviewet var der ikke udarbejdet en spørgeramme, da formål med interview var for at få uddybet projekt. Interviewet foregik hos Kalundborg Symbiose og handlede om, hvordan symbiosen er organiseret i de virksomheder der danner partnerskabet. Lisbeth talte ind i cirkulær økonomi, som i dag er en del af fundamentet for symbiosen, men at det ikke var grundlaget for at starte symbiosen. Symbiosen var blot en ide, hvor et par virksomheder ville have gavn af at indgå et samarbejde om udvinding af ressourcer, således at det økonomisk kunne betale sig at hente ressourcer. Dengang var der ikke incitament for at det skulle være i forbindelse med miljømæssige overvejelser. Lisbeth kom desuden omkring hvordan symbiosen blev etableret, og hvordan symbiosen fungerer i dag. Lisbeth forklarede, hvordan Kalundborg Symbiose har udarbejdet et readiness level der er anvendt til at rate Kalundborg Bioenergi, som et oplæg og en test af et readiness level. Da et design som de har i dag, ikke er afprøvet mere end én gang, kunne vi bidrage med yderligere en iteration af deres readiness level, ved at udarbejde en rating af et mikroalgeanlæg. Lisbeth gav os kontakten til Per Møller, som var projektleder på mikroalgeprojektet, så han kunne sætte os ind i historikken for anlægget.

Interview med Per Møller

- 2. marts 2020 - projektleder - Kalundborg Symbiose - optaget på mobil (Bilag C)

Interview var på baggrund af en udarbejdet spørgeramme der kan ses i bilag B.

Interview foregik hos Kalundborg Symbiose og handlede om hvordan mikroalgeanlægget blev etableret og om anlæggets historik. Per forklarede, hvordan idéen til anlægget opstod, og hvordan EU's involvering i støtte til symbiosen, har haft indflydelse på etableringen af algeanlægget. Desuden har støtten givet økonomisk incitament til at vidensdele og samarbejde med DTU. Per fortalte om de muligheder testanlægget gav for at samarbejde med nye partnere, som de ikke tidligere havde samarbejdet med i symbiosen, og hvordan nye idéer udviklede sig til eventuelle fremtidige projekter. Projektlederjobbet gav Per en indsigt i, hvor krævende det er at have overblik over de mange regulatoriske krav og det at skulle indhente godkendelser. Per fortalte også om de idéer der var i forbindelse med udvindingen af algetørstoffet, da det kunne anvendes til alt fra spiseligt pulver til kosmetik og fiskefoder. Pers rolle i forbindelse med EU støtten, var at rejse rundt i Europa og fortælle om samarbejdet symbiosen indgik i sammen med uddannelsesinstitutioner og øvrige partnere.

Efter interviewet var vi på besøg for at se mikroalgeanlægget hos Kalundborg Forsyning med ledsagelse af Per Møller.

Interview med Lars Sørensen

- 2. marts 2020 - projektleder - Kalundborg Forsyning - ikke optaget

Interviewet foregik hos Kalundborg Forsyning og der var ikke udarbejdet en spørgeramme, da interview blev sat i stand imens vi havde interview med Per Møller samme dag. Interview handlede om Kalundborg Forsynings rolle i forbindelse med etablering af mikroalgeanlægget, og hvordan forsyningen kunne bidrage til viden om spildevand, rensningsprocesser og lovkrav. Selve etableringen af algeanlægget foregik med stor hjælp fra Lars Sørensen, som er uddannet biolog og i dag projektleder på Kalundborg Forsyning. Lars fremviste de fysiske forhold for algeanlægget og hvordan transport af spildevand, opvarmning af drivhuset og den mekaniske proces af algeanlægget foregik. Anlægget var placeret inde i et stort drivhus, hvor der var tre tilhørende skurvogne som udgjorde det for laboratorier. Han fortalte desuden om de udfordringer de havde haft med at få algerne til ikke at gro fast på indersiden af reaktorerne, om lysindfald, temperaturer og centrifugering af algetørstoffet. Dagen efter besøget blev anlægget nedtaget, da et nyt testanlæg skulle opstilles i drivhuset.

Interview med Per Møller og Lars Sørensen

- 31. marts 2020 - Projektledere på mikroalgeanlægget - Zoom interview optaget (Bilag D)

Interview var på baggrund af udarbejdet spørgeramme der kan ses i bilag A.

Interviewet handlede om historikken bag mikroalgeanlægget, nogle af de bureaukratiske, juridiske og tekniske problemer og barrierer. Det var vigtigt for Per, at slå fast at anlægget aldrig var tænkt som et rensningsanlæg, men som en produktionsvirksomhed, af lipider, proteiner og andre højværdi-produkter, hvor der kunne testes hvordan man kunne tænke ressourceeffektivitet på en ny måde. Selve det at man samtidig kunne rense noget spildevand spillede godt ind i den grønne tankegang, og var en måde hvorpå man kunne bidrage med yderligere værdi, men det var ikke det primære formål. Lars indskød i denne forbindelse, at det fra Kalundborg Forsynings sides mest interessante perspektiv var hvordan algeanlægget reducerede mængden af CO_2 , da konventionelle rensningsanlæg producerer CO_2 . For dem var introduktionen af alger til assimilering af denne CO_2 i rensningsprocessen spændende i forhold til perspektiverne ved et CO_2 neutralt rensningsanlæg. Der blev også nævnt at én af årsagerne til at man kun brugte spildevand fra Novozymes, ud over nogle juridiske barrierer, var det for at sikre en stabil kvalitet af spildevand således, at der ikke var for store udsving i kvalitetsparametrene som kunne skade algerne. Der var i forbindelse med projektet et stort samarbejde med DTU og andre universiteter og organisationer i Danmark og Europa, og på trods af at anlægget blev lukket fik flere andre virksomheder heriblandt Grundfos og LiqTech stor gavn af projektet.

Interview med Lisbeth Randers

- 4. maj 2020 - direktør - Kalundborg Symbiose - optaget (Bilag E)

Interviewet havde til formål at afdække spørgsmål vedrørende kriterier og parametre der opsættes for symbiosepartnere, og hvilke typer krav der opstilles om nogen overhovedet. Ligeledes ønskede vi, at vide mere om hvilke typer data de har til rådighed til at analysere muligheder for nye mulige symbioser, og hvorvidt de ville finde et forslag til et database-design relevant i forhold til deres arbejde. Lisbeth udtrykte interesse for vores ide, om et databasedesign, og taler kort om kriterier og parametre for et sådant design. Det kommer også frem, at Teknologisk Institut har søgt midler hos Industriens Fond med at få kortlagt ressourcestrømme. Kalundborg Symbiose har selv rakt ud til andre symbioser i Danmark, med henblik på at oprette et samarbejde om kortlægning af deres ressourcestrømme, for fremadrettet at benytte data til at styrke beslutningsprocesser og strategiske samarbejder. Der blev også talt om barrierer og forbehold for, hvorfor det er svært at indgå nye partnerskaber.

Samtale med Louise Bank

- 1. maj 2020 - konsulent - Dansk Industri - ikke optaget

Vi kontaktede Dansk Industri (DI) med henblik på, at søge oplysninger om hvorvidt de har data fra deres medlemmer vedrørende affalds- og restproduktion. Interviewet var meget impromptu, og der var ikke forberedt en spørgeramme. Ud over hvorvidt DI ligger inde med data vedr. affald og restproduktion, spurgte vi også ind til om de var bekendt med om andre havde data - hvilket ikke var tilfældet. Ligeledes blev der givet udtryk for, at de i deres rådgivningsgruppe for Miljø, Energi og Klima, ville finde denne type information interessant og relevant.

4.2.1 Refleksion over interviews

Vi fik indsigt i hvordan der samarbejdes om reststrømme, og hvordan et readiness level, og en database eventuelt kan bidrage til en effektiv cirkulær omstilling. Vi må dog erkende, at yderligere interviews med samarbejdspartnere, bestyrelse og kommune kunne have bidraget med en mere nuanceret empiri. Det betyder ikke, at vi skal afskrive Kalundborg Symbioses udtalelser, da det stadig er et udtryk for hvordan de oplever at beslutninger tages. Derved bidrager interviews til at give et indtryk af en symbioses samarbejde.

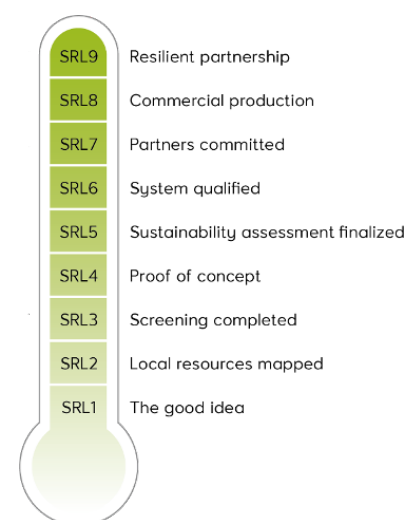
4.3 Mikroalgeanlæg

I det følgende vil vi komme ind på hvordan algeanlægget kan rangeres i et readiness level. Her anvendes inspiration fra Klaus Sommers metodik (Sommer, 2020, s. 12) i kombination med Kalundborg Symbioses readiness level (se figur 11 side 21). Desuden vil analysen afspejle historikken af algeanlægget fra interviews i bilag C, D og E. Dernæst vil analysen blive anvendt sammen med Accentures ledelsesevner til at udarbejde et design af et dialogisk værktøj (Lacy, 2014, s. 18–19).

4.3.1 Metode til brug for analyse af readiness level

Projektets analysestrategi er først at få mikroalgeanlægget placeret i et readiness level, her anvendes Klaus Sommers metodik for opstart af nye industrielle symbioser (Sommer, 2020, s. 12). Analysen tager desuden udgangspunkt i interviews med Per Møller, Kalundborg Symbiose og Lars Sørensen, Kalundborg Forsyning d. 31. marts 2020 (Bilag D), interview med Lisbeth Randers E samt en scoring af Kalundborg Bioenergi i et readiness level udarbejdet af Kalundborg Symbiose (se bilag F og J). Analysen op delt i Sommers niveauer skal bidrage til et indblik i, hvordan et samarbejde etableres.

Klaus Sommer har udarbejdet en metodik der er inddelt i en matrix, som anskueliggøre parathed i hvert level, der vertikalt er inddelt i ni niveauer (se figur 12). Startende med første level fra bunden af matrixen, der indikerer at her opstår den gode idé. Herefter bevæges der opad i matrixen, hvor level 9 synliggør den etablerede symbiose, med et samarbejde der fungerer optimalt. Sommer beskriver, at det kun er de færreste symbioser der når til level 9 (Sommer, 2020, s. 12). Matrixen viser, at der kan være flere lag i forbindelse med etablering af en industriel symbiose. De fire lag er; Technology, Business, Ecology og Management som er perspektiver på, hvordan en industriel symbiose modnes (horisontalt) (Sommer, 2020, s. 11–12). Perspektiverne gør, at der dykkes mere ned i tilgange der kan indflydelse på, hvordan der kan opnås et succesfuldt samarbejde.



Figur 11: SRL - readiness level fra Kalundborg Symbiose, bilag J

4.3.2 Analyse af mikroalgeanlæg

Analysen er inddelt i ni niveauer (levels), som alle er med til at opbygge historikken omkring algeanlægget. Ofte er projekter ikke lineære som det ønskes skal ske i matrixen, men udfordringer dukker op som barrierer undervejs og komplicere en etablering. Derfor er matrixen med til at skabe en struktureret tilgang, ved at de forskellige udfordringer bliver overvejet gennem et readiness level.

Symbiosis readiness level	Technology	Business	Ecology	Management
9	Commercialisation	Business case continuously controlled, reported and shared	Sustainability benefits proven	Resilient partnership
8	Extended operation	Finalise legal framework	Benefits routinely monitored and reported	Practical operation and management starts
7	Demonstration	Partners committed	Monitoring and reporting begins	Senior management is involved and supports industrial symbiosis case
6	Prototype demonstration 'looks like'	Business case with all details	Permits applied for	Concept for joint management is developed
5	Breadboard demonstration 'acts like'	Evaluate competitiveness	Sustainability assessment finalised	Partners start joint evaluation of industrial symbiosis, potential
4	Proof of concept validation	Check resources and criteria	Sustainability assessment in progress	Partners indicate interest
3	Proof of concept research (bench scale)	Check fit with strategies of partners	Thorough data collection	First contact with partners
2	Academic research	Develop concept	Rough estimate	Potential partners (*) identified
1	Initial ideas			

Figur 12: Klaus Sommers metodik for udarbejdelse af et readiness level (Sommer, 2020, s. 12)

SRL rating i forhold til mikroalge anlæg	Nedenstående viser en SRL rating af mikroalgeanlægget. Niveauer er inddelt efter Sommers metodik omkring 4 dimensioner; Technology, Business, Ecology og Management.			
SRL 1 - The good idea	Preliminary business case. Ved at opføre et testanlæg med mikroalger i Kalundborg, vil det medvirke til at behandle spildevand på en mere miljø hensigtsmæssig måde i forhold til industrien i området der udleder spildevand. I 2010 opstår den gode ide i forbindelse med kaskade tænkning af spildevand. Kalundborg kommune tænker innovativt og ser projektet som en driver for nye ideer. Projektet præsenteres for Kalundborg Kommune og bestyrelsen i Kalundborg Symbiose. Ideen er at alger kan rense spildevand via en teknologi. Det sker ved at algerne 'spiser' de urenheder som er i vandet og herefter produceres rent vand. Fordelen er at der udnyttes et restprodukt som er spildevand, der omdannes til en ressource i form af rent vand og biomasse. Som også bidrager til at kunne separere blandt andet fosfor og andre næringsstoffer. Man ved endnu ikke om anlægget har en økonomisk fordel, og hvad restproduktet i form af biomasse og algetørstof skal anvendes til. Restproduktet kan have mange formål som biodiesel, gødning, fiskefoder, kosmetik, helsekost m.m. Desuden er der ikke klarhed over hvad det rene vand kan anvendes til, da det ikke må indgå som drikkevand, ej heller til brug for produktion af medicinalvarer pga. miljøkrav.			
	Technology	Business	Ecology	Management
SRL 2 - Local resources mapped	Anlægget vil anvende mindre energi da algerne bruger sol og varme til at rense spildevandet med. Varmen kommer fra overskudsvarme fra andre anlæg i symbiosen. I dette level er der ikke undersøgt hvor stort et anlæg der skal etableres for at kunne modtage alt spildevand fra industri tilknyttet til Kalundborg Symbiose.	Spildevand er allerede mapped i Kalundborg Symbiose og der indledes en dialog med Novozymes omkring anvendelse af spildevand fra deres rensningsanlæg. Dette for at kunne anvende spildevand fra NN og NZ som test i mikroalgeanlæg projektet.	Der anvendes ingen kemikalier ved oprensning af spildevandet med alger.	Potentielle partnere i anlægget er Kalundborg Forsyning, Novozymes og DTU i samarbejde med E4water.
	Technology	Business	Ecology	Management
SRL 3 - Screening completed	Anlægget kan bidrage til at nedbringe energiomkostninger til at rense spildevand, da det ikke kræver den samme mængde energi at anvende alger.	Projektet kan spare penge ved at placere anlægget ved Kalundborg forsyning, da der her i forvejen er spildevand og plads til at opsætte anlæg.	Ifølge data er der mulighed for at anvende bestemte typer af alger til oprensning af spildevandet	Der bliver ansøgt om EU støtte gennem E4Water.

	Technology	Business	Ecology	Management
SRL 4 - Proof of concept	Pre-screening af alger udføres af DTU. Alt teknisk viden omkring anlægget klarlægges i samarbejde med DTU, Kalundborg Forsyning og Kalundborg Symbiose	Adgang til data i forbindelse med registrering af spildevand og dets indhold er allerede tilgængeligt via Novozymes. Spildevandet fragtes via tankvogne fra Novozymes til Kalundborg Forsyning. Spildevandet har inden da, været igennem Novozymes rensningsanlæg, da det er et miljøkrav.	Energioptimering ved at anvende alger i stedet for kemisk rensning, mindre forurening og desuden kan algetørstof anvendes til forskellige nye initiativer med tanke om videresalg af restprodukt (algetørstof/biomasse))	Projektet bliver en del af E4Water projektet som støtter anlægget med 1 million Euro.
	Technology	Business	Ecology	Management
SRL 5 - Sustainability assessment finalized	Første spadestik til mikroalgeanlægget ved Kalundborg Forsyning, tages i september 2012.	Mikroalgeanlægget er et testanlæg og det er ikke meningen at anlægget efter projektfasen, skal kunne fungere som en forretning.	Miljøgodkendelser indhentes og øvrige miljøkrav implementeres.	Novozymes er klar som partner med spildevand, som er godkendt til at blive anvendt i forbindelse med at det skal transporteres ud fra Siten (Novozymes)i tankvogne.
	Technology	Business	Ecology	Management
SRL 6 - System qualified	Testanlæg sættes i gang i april 2013, for som forsøg at teste hvordan 4-5 algetyper kan rense spildevand fra Novozymes	Regulatoriske procedurer er overholdt	Miljøgodkendelser skal være i hænde.	Der er et tæt samarbejde mellem DTU, Kalundborg Forsyning og Kalundborg Symbiose.

	Technology	Business	Ecology	Management
SRL 7 - Partners committed	Stor stigning i ressourceeffektivitet som viser: - Water: 1 mill m ³ /y - Phosphor: 15 ton/y - Nitrogen: 350 ton/y - CO ₂ : 3.600 ton/y - High quality biomass: 2.000 ton/y	Øvrige potentielle partnere inviteres ind som fx Liqtech i forbindelse med algehøst samt LedLight Danmark til at hjælpe med fotosyntesen. Grundfos i forhold til oprensning, Alfa Laval med rensning af spildevand og CP Kelco i forhold til algetørstof.	Novozymes bidrager med spildevand som inden da har været i karantæne i 4 dage før at det må anvendes til test. De 4 dages karantæne er for at tjekke om der er GMO i spildevandet inden det leveres til Kalundborg Forsyning. Der tages test både før og efter karantæne.	Stor tilfredshed med test af algeanlægget hos bestyrelsen i Kalundborg Symbiose som vist at der er et potentiale til at rense spildevand med alger. Men endnu er der ikke lavet en business case på hvor meget areal til reaktorer der skal etableres, for at rense alt spildevand fra produktion i Kalundborg. Personale timer bliver betalt af Kalundborg Kommune
	Technology	Business	Ecology	Management
SRL 8 - Commercial production				
	Technology	Business	Ecology	Management
SRL 9 - Resilient partnership				

Figur 13: SRL-ratingskema inspireret af Klaus Sommer (Sommer, 2020)

Som det kan ses af analysen, nåede mikroalgeanlægget til SRL trin 7 - *'Partners committed'*. Det skyldes tildels, at det i pilotprojektet ikke var målet at nå en fuld ud implementering af mikroalgeanlægget, og at det var et forsøg på at opnå viden om kommende teknologier. Projektet var støttet af EU og da der ikke var flere midler til at fortsætte forsøget, blev projektet indstillet i 2016. Fra november 2016 står anlægget derefter stille, og bliver tømt. Alle tests blev dokumenteret via forskning gennem DTU (Safafar, 2016). Selve anlægget kunne have været dimensioneret til et stor-skala anlæg for at kunne rense alt spildevand i symbiosen, men dette ville kræve et meget stort areal til anlægget. Forsøget var et videnskabeligt forsøg, der var tænkt som optimering af ressourceeffektivitet i forhold til produktion af lipider, proteiner og andre højværdi-produkter (bilag D). Derudover var der et interessant perspektiv i at algeanlægget kunne reducere mængden af drivhusgasser ved at få rensset spildevandet på en mere miljømæssig facon.

4.3.3 Refleksion over analyse af algeanlæg

Vi har i anvendelsen af Sommers metodik, og vores interviews analyseret algeanlægget og placeret det i et readiness level. Igennem analysen af interviews erfarede vi, at samarbejdet ofte opstår ved, at en idé forsøges igangsæt, på baggrund af social interaktion mellem mennesker. Samarbejdet med mange forskellige aktører bibragte også en optimisme i forhold til at danne helt nye partnerskaber. Involveringen af uddannelsesinstitutioner og forskere, var en vigtig parameter i forhold til at kunne vidensdele.

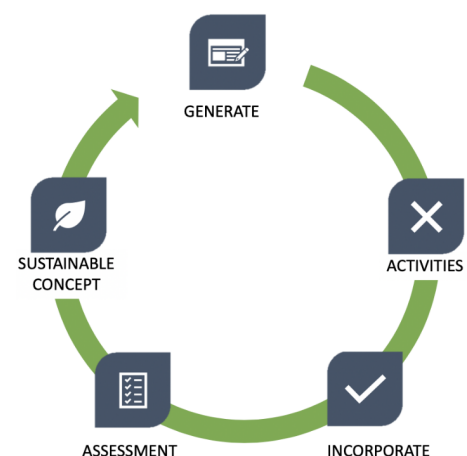
4.4 Nyt readiness level - GAIAS

Igennem analysen af mikroalgeanlægget, har vi udviklet et nyt design af et readiness level, der kan anvendes til at optimere samarbejdet ved etablering af industriel symbiose gennem dialog. Designet består af fem metodekort som vi tilsammen har kaldt GAIAS, der er en sammentrækning af forbogstaverne fra: *'Generate', 'Activities', 'Incorporate', 'Assessment', & 'Sustainable Concept'* (se figur 14).

4.4.1 Design af GAIAS

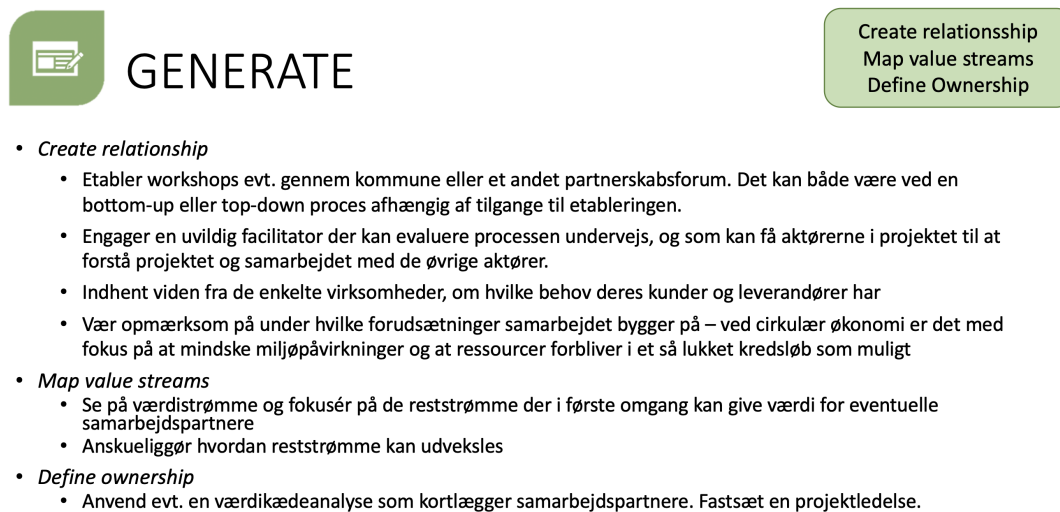
Designet er udarbejdet på baggrund af analysen af algeanlægget og de fem ledelsesevner fra Accenture; *'Business planning and strategy', 'Innovation and product development', 'Sourcing and manufacturing', 'In sales and marketing' og 'Reverse logistic and return chains'* (Lacy, 2014, s. 18–19). De fem ledelsesevner bidrager, sammen med Sommers metodik for de fire områder; *'Business', 'Technology', 'Ecology' og 'Management'* (Sommer, 2020, s. 12) - til inspiration af designets fem individuelle faser. Desuden indgår inspiration fra Kalundborg Symbioses SRL - readiness level (se bilag 11). I faserne er også indarbejdet refleksion og evaluering der indgår i hver fase af designet, som er inspireret af Habermas (Jensen m.fl., 2007, s. 36). Der er også hentet inspiration fra Chertow's tilgange til at danne symbioser, der handler om at stille viden, teknologi og økonomisk assistance til rådighed for symbioser, der ikke ved at de har et potentiale, der viser tegn på at etablere sig eller virksomheder der er i gang med at etablere sig (Chertow, 2007, s. 25). De fem faser vil vi præsentere her:

Fase 1 - Generate: Er inspireret af Sommers metodik for niveau 1 og niveau 2, der handler om at være idérig og kortlægge de reststrømme der kan udnyttes, og desuden etablere et netværk for at bringe idéer i spil forhold til et samarbejde i en industriel symbiose (Sommer, 2020, s. 12). Analysen af algeanlægget bidrager med at det er vigtigt at definere en business case, for at få virksomheder til at samarbejde. Der skal ud over et miljømæssigt perspektiv også være en økonomisk gevinst (se afsnit 4.3.2). Accentures fase 1 *'Business planning and strategy'* bidrager med fokus på at en omstilling i virksomheden kræver ejerskab og strategisk planlægning fra ledelsens side (Lacy, 2014, s. 18). Derfor fastsættes en projektledelse samt en uvildig facilitator, der kan evaluere og facilitere gennem hele processen (Chertow, 2007, s. 25). Facilitatoren har en betydelig rolle, og kan både være intern som ekstern, afhængig af hvad der vælges af projektledelsen.



Figur 14: Eget design af GAIAS - se præsentation af GAIAS i bilag G

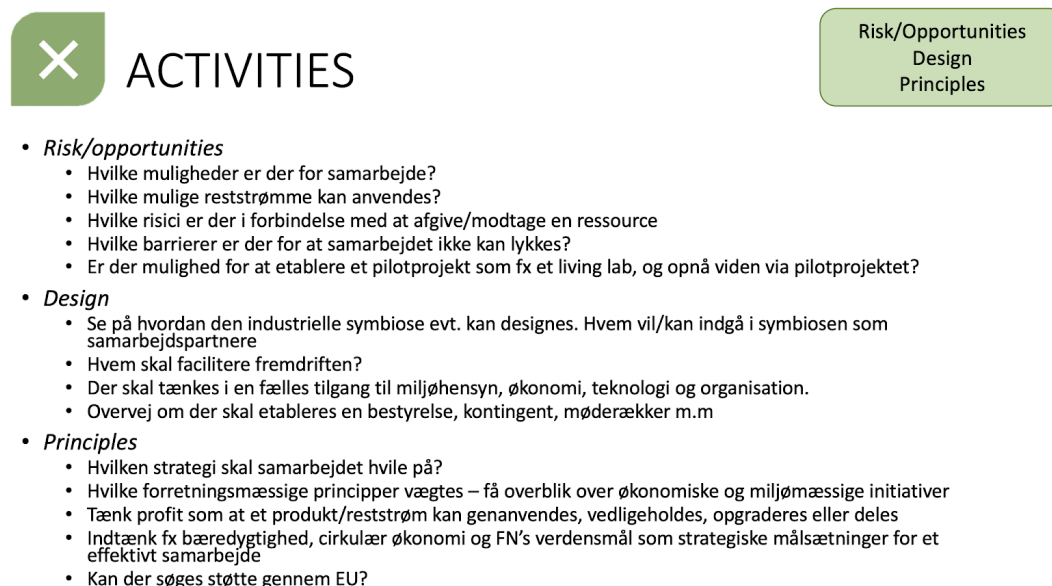
Fase 1 - Generate: Create relationship, map value streams, define ownership



Figur 15: Metodekort til fase 1 i GAIAS

Fase 2 - Activities: Er inspireret af Sommers metodik for niveau 3 og niveau 4, der handler om at definere potentielle partnere og reststrømme der kan anvendes i en industriel symbiose, og hvilke bæredygtige principper symbiosen skal hvile på (Sommer, 2020, s. 12). Analysen af algeanlægget bidrager til de miljømæssige hensyn der skal defineres, og hvordan der f.eks. kan søges støtte gennem EU (se afsnit 3.4). Accentures ledelsesevne '*Innovation and product development*' inspirerer til at substituere ressourceinput med sekundære ressourcer og derved øge den cirkulære tilgang (Lacy, 2014, s. 18). Facilitatorens rolle er at få klarlagt, hvilke principper samarbejdet skal bero på.

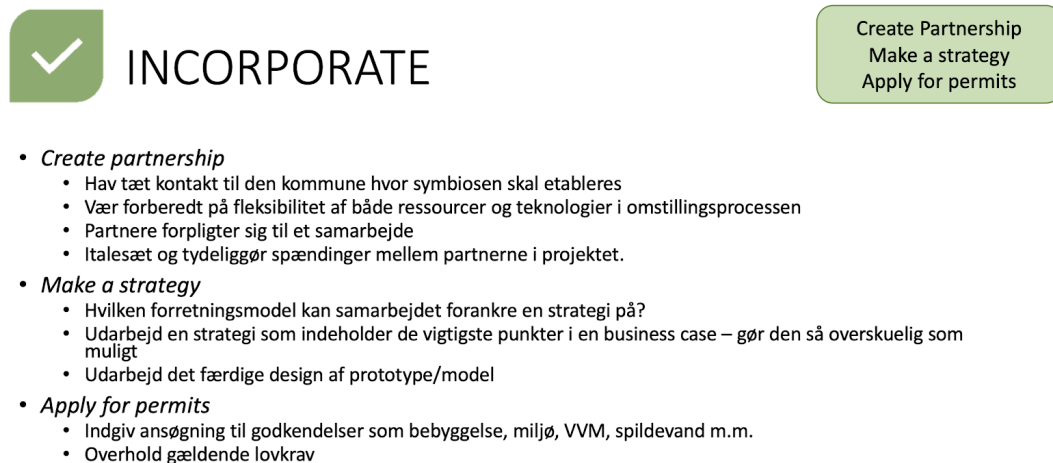
Fase 2 - Activities: Risk/opportunities, design, principles



Figur 16: Metodekort til fase 2 i GAIAS

Fase 3 - Incorporate: Er inspireret af Sommers metodik for niveau 5 og niveau 6, der handler om at det færdige design af symbiosen kan testes, at miljøgodkendelser er indhentet og at miljøkrav er implementeret, systemer kvalificeret og at partnere forpligter sig til projektet (Sommer, 2020, s. 12). Analysen af algeanlægget bidrager med forståelsen for ressourceeffektivitet (se afsnit 4.3.2). Accentures ledelsesevne *'Sourcing and manufacturing'* skaber fokus på at der skal være fleksibilitet i omstillingen i tilgange til teknologier og ressourcer (Lacy, 2014, s. 18). Ved at italesætte og tydeliggøre spændinger i projektet, er der mulighed for at partnerne kan arbejde med uoverensstemmelser (Jensen m.fl., 2007, s. 36).

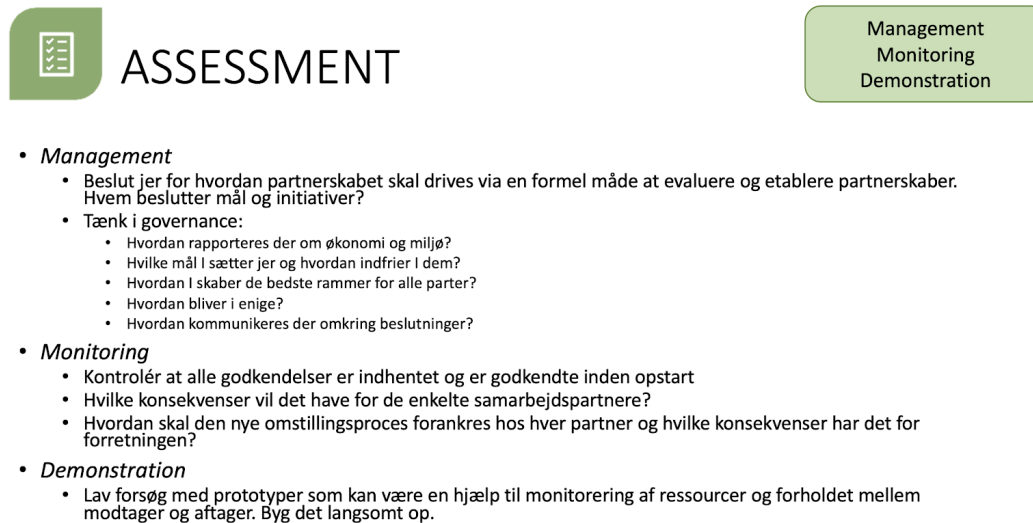
Fase 3 - Incorporate: Create partnership, make a strategy, apply for permits



Figur 17: Metodekort til fase 3 i GAIAS

Fase 4 - Assessment: Er inspireret af Sommers metodik for niveau 7, der handler om monitorering af projektet og om at ledelsen forankre omstillingsprocessen i den enkelte virksomhed. Desuden kan der evt. etableres et pilotprojekt, som test af den kommende symbioses kunnen (Sommer, 2020, s. 12). Analysen af algeanlægget bidrager ikke med viden til designet, da algeanlægget ikke nåede længere end til og med niveau 7 (se afsnit 4.3.2). Accentures ledelsesevne *'In sales and marketing'* har fokus på, at indtjeningen på produkter sker ved at produkter kan forblive i et længere kredsløb, og at det er vigtigt at kunne indfri kundernes ønsker. Derfor skal der være mulighed for at vedligeholde og opgradere. Det er også vigtigt, at der skabes incitament for kunderne til at sortere og returnere (Lacy, 2014, s. 18). Governance er vigtig for det fremtidige samarbejde mellem partnerne og bygger på tillid til at spændinger kan italesættes og imødekommes (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 335).

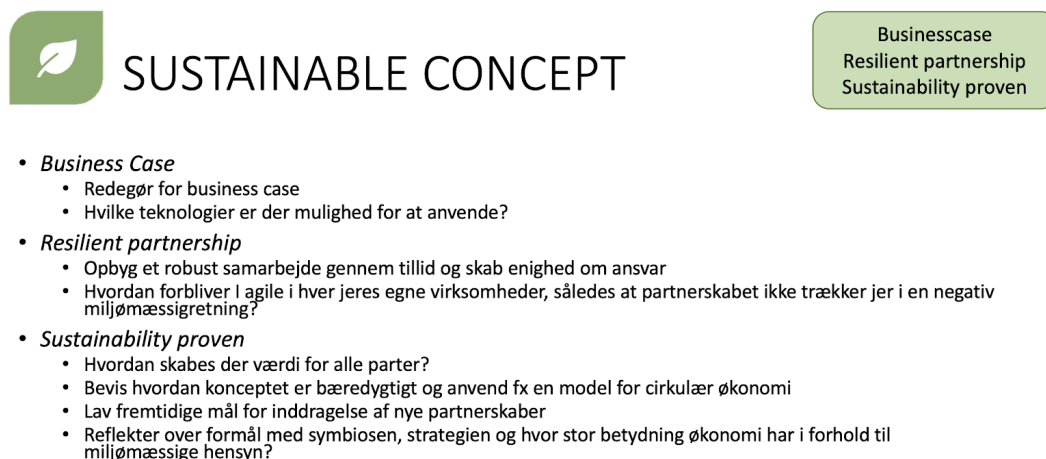
Fase 4 - Assessment: Management, monitoring, demonstration



Figur 18: Metodekort til fase 4 i GAIAS

Fase 5 - Sustainable Concept: Er inspireret af Sommers metodik for niveau 8 og niveau 9 der handler om at opbygge en kommerciel produktion og et robust samarbejde (Sommer, 2020, s. 12). Accentures ledelsesevne *'Reverse logistic and return chains'* har fokus på at ressourcer kan vedligeholdes eller genanvendes yderligere (Lacy, 2014, s. 19). Den reflektive part, introduceres ved en refleksion af samarbejdet i henhold til formål, indhold og hvordan effektiviteten er ønsket i forhold til de økonomiske konsekvenser (Chertow, 2007, s. 24–25).

Fase 5 - Sustainable Concept: Business Case, resilient partnership, sustainability proven



Figur 19: Metodekort til fase 5 i GAIAS

Ved at anvende metodekortene i GAIAS, og komme igennem alle fem faser med dialog, skabes en struktur over processen for etablering af en industriel symbiose. Her bliver ansvaret defineret og en rammesætning for samarbejdet udarbejdes. Metodekortene vil være fundamentet for at de basale aftaler er tænkt ind i opbygningen af samarbejdet.

For at indgå i et samarbejde der fungerer, forudsætter det at processen er dynamisk, således at den er med til at optimere og effektivisere processer og arbejdsgange. Derfor skal koncepterne også jævnligt evalueres i en iterativ proces. Med "optimere" og "effektivisere", menes der ikke økonomisk

optimering - men optimering af samarbejdet, og de interesser som driver fællesskabet. Det kan betyde at der skal tilføjes og ændres i strategier, ledelse eller samarbejder for at tilføre ny energi og kreativitet. En vigtig parameter er desuden at nye fremtidige samarbejdspartnere skal tænkes ind, og screenes for deres potentiale i den industrielle symbiose.

4.4.2 Refleksion over GAIAS

Analysen af algeanlægget fik sat et muligt partnerskab i en industriel symbiose i en kontekst, som både har muligheder og barrierer. Efterfølgende blev analysen anvendt til at udarbejde metodekortene i det dialogiske værktøj - GAIAS. Værktøjet består af fem metodekort, der kommer omkring de mest essentielle problemstillinger ved en etablering af en industriel symbiose. En af de store barrierer eller problemstillinger, kan være forskellige perspektiver på beslutningsgrundlag - om de er rationelle, etiske, følelsesmæssige eller bliver dannet pga. sociale relationer. Her har vi tænkt Habermas' *'kommunikative handling'* indirekte ind i metodekortene, ved at anvende refleksion og evaluering, for få forskellige perspektiver på beslutningsmuligheder (Jensen m.fl., 2007, s. 36). For at se beslutningen fra et andet perspektiv, kræver det at andre fornuftsbetonede beslutninger anerkendes (Jensen m.fl., 2007, s. 36). Samarbejdesparterne skal derfor være aktivt deltagende i dialogen, og være villige til at ofre tid på samarbejdet og samtidig være omstillingsparate i forhold til fokus og strategi.

4.5 Database

Vi genererer som samfund, større og større mængder af data. Data der i flere tilfælde kan understøtte en grøn omstilling i forbindelse med at overgå til en cirkulær forretningsmodel, da data kan være med til at forbedre og kvalificere beslutninger (Miljø- og Fødevareministeriet, 2018, s. 19). Data kan skabe transparens i forbindelse med værdistrømme, både ved anvendelse af materialer til produktion og ved anvendelse af restprodukter der kan omdannes til nye materialer eller indgå som ressource. Data kan også være med til at definere kvalitet og kvantitet, og kan dermed fungere som en driver af innovation (Chertow, 2007). Vi vil derfor foreslå et databasedesign på baggrund af den empiri vi har opnået via vores interviews (se bilag C, D og E). Databasen skal kunne indeholde relevante data, og efterfølgende gøres tilgængelige for analyser til at fremme bedre og mere bæredygtige beslutninger. (Miljø- og Fødevareministeriet, 2018)

Data der skal indgå i designet	
Kategori	Parameter
Virksomheder	- Branche
	- Navn
	- Land
	- Adresse
	- Koordinater
	- cvr nr
Ressourcer	- Kvantitative data
	- Kvalitetsinformation
	- Fare-/risikoklassifikation
	- Sæsonvariation
	- Form (flydende, fast, gas)
	- Pris
Kontaktinformation	- Navn
	- Mailadresse
	- Telefonnummer

Tabel 3: Parametre til databasedesign

4.5.1 Design af database

Designet tager udgangspunkt i Unified Modelling Language (UML), som er en skematiserings metodologi inden for softwareudvikling til at designe software, systemer og databaser. Der findes i dag 13 forskellige typer UML-diagrammer som inddeles i 2 kategorier, "structural" og "behavioral". Til et databasedesign benyttes et simpelt Class diagram fra "structural" kategorien (Sommerville, 2016, kap 5). Vi vil ikke gå i detaljer om UML-notation, men vil naturligvis give en kort forklaring af de notationer der anvendes i forbindelse med designet.

I interview med Lisbeth Randers (bilag E) blev der afdækket parametre som Kalundborg Symbiose finder relevante at have med i en database. Interviewet med Per Møller og Lars Sørensen (bilag D) understøtter disse, og bidrager med anden information der er relevant for designet. Ligeledes understøttes valget af parametre af vores litteratur (Chertow, 2007). Parametrene er samlet i tabel 3 for at skabe overblik over, hvad der skal have med i designet.

Der skal desuden tages hensyn til følgende, i relation til parametrene i tabel 3:

- En virksomhed kan have flere fysiske lokaliteter, og de forskellige lokaliteter har ikke nødvendigvis de samme reststrømme.
- De forskellige reststrømme kan have forskellige kvalitetsparametre, og en virksomhed kan have flere reststrømme af samme ressourcestype, men af varierende kvaliteter.
- Databaser hvori der lagres personkritiske oplysninger, skal leve op til GDPR lovgivningen (Persondataforordningen) (EU's Publikationskontor, 2020).

Det har ikke været en del af designprocessen at sikre historik i databasen. Men vi er opmærksomme på at det er nødvendigt indarbejde historik, da denne er nødvendig, for at sikre mod manipulation af data. Desuden for at kunne analysere trends, og opnå en indsigt ud fra hvilken der kan træffes datadrevne beslutninger.

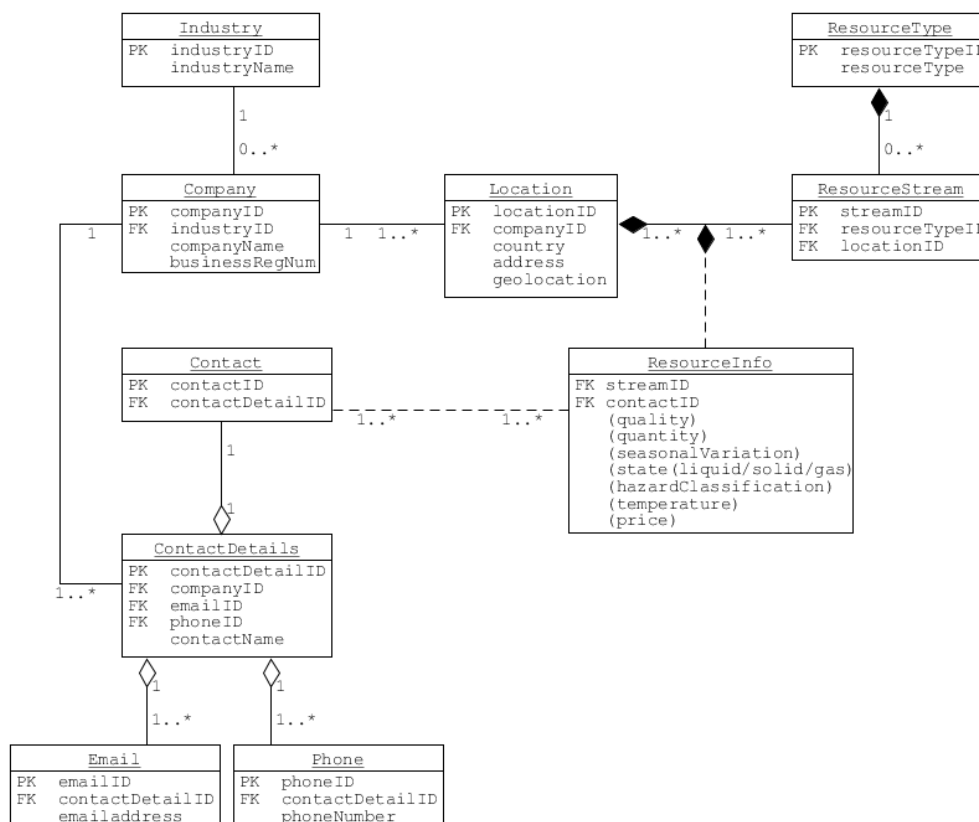
I tabel 4 kan ses de notationer, vi har benyttet i vores design samt deres betydning.

Notation	Betydning
PK	"Private Key" - En værdi der aldrig kan ændres og derfor kan refereres til, selvom de øvrige værdier i rækken ændres. Eksempelvis kan en virksomhed i "Company" klassen ændre navn (companyName), men dens private key er den samme og referencer i databasen ødelægges dermed ikke.
FK	"Foreign Key" - Der refereres til data fra klasse A i klasse B, ved at indsætte klasse A's private key som foreign key i klasse B.
◆	Indikerer et "composition" forhold. Det betyder i vores tilfælde, at hvis man sletter en lokation i "Location" så sletter man ligeledes den eller de ressourcer der tilknytter sig hertil, men ikke omvendt.
◇	Indikerer et "aggregate" forhold. Dette betyder i vores tilfælde, at hvis man sletter en indtastning i "ContactDetails", består indtastningerne i "Contact", "Email" og "Phone" fortsat. Dette for at leve op til GDPR (EU's Publikationskontor, 2020), således at en tidligere ansat kan få slettet sine personlige oplysninger. Men at der fortsat vil være en historik i databasen, nu blot uden personlige oplysninger.

-----	Den stiplede linje indikerer at "ResourceInfo" er en såkaldt associationsklasse. Det er en klasse der oprettes for at sortere og holde rede på information fra andre klasser samtidig kan evt. tilføres ny information. I dette tilfælde benyttes den til, at indhente en ressourcestype, dens lokation(er) og dens ansvarlige, samt tilføje information om f.eks. dens kvalitet, mængde, pris m.m. Der kan godt oprettes flere associationsklasser med de samme associationer, dog skal de enkelte associationsklasser, som alle andre klasser, have forskellige navne.
*	Mange/flere
n..n	Dette viser forholdet mellem forbundne klasser (skift 'n' ud med et tal eller *). I figur X kan 1 "company" have fra 1 til flere "locations", men altså minimum 1, og 1 "location" er relateret til 1, og kun 1 "company"

Tabel 4: UML notationer anvendt i designet i figur 20

Databasedesignet kan ses i figur 20. De enkelte kasser kaldes i UML for en "klasse". Overskriften i klassen fortæller hvad klassen skal beskrive, og nedenfor angives kolonnerne for denne klasse. Der kan tænkes herpå, som var den enkelte klasse et regneark, og "Company" klassen i 20 ville da indeholde kolonnerne companyID, companyName og BusinessRegNum (Sommerville, 2016, kap. 15).



Figur 20: UML-illustration af eget databasedesign udarbejdet i UMLet

"ResourceInfo" er tænkt som en placeholder for mange associationsklasser, der hver skal repræsentere deres unikke ressourcestrøm f.eks. spildevand, plastic, stål eller forskellige kemikalier af en given kvalitet, mængde, pris etc. fra en given lokalitet. Bilag H viser et eksempel på hvordan dette kunne se ud.

4.5.2 Analyse af databasedesign

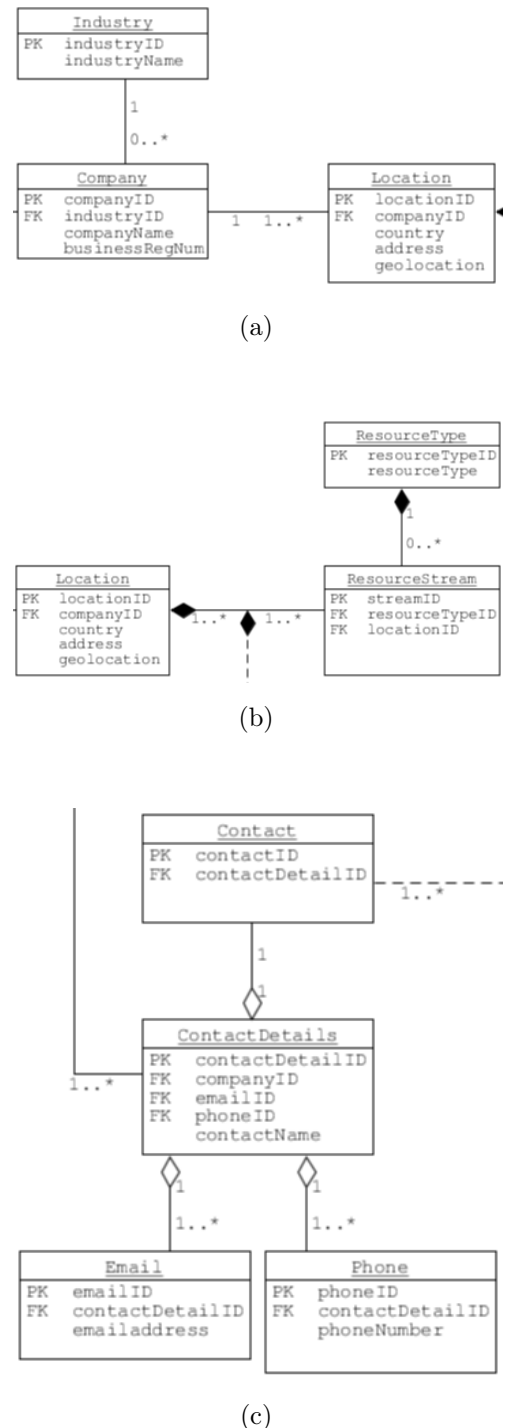
Analyse af relationelle databasedesigns laves ofte ud fra "Normalized Forms", det er en proces igennem hvilken man normaliserer sine data og sikrer sig mod dataredundans, der kan gøre databasen både ustabil, langsom og unødigt stor. De forskellige Normalized Forms betegnes 1NF, 2NF, 3NF osv. Der stilles normalt ikke krav om at et design skal opfylde kravene til alle forms, men det anses dog som god skik at analysere, og sikre at ens design kan opfylde NF3 (Microsoft, 2020). Kriterierne for NF 1, 2 og 3 kan ses i bilag I. I figur 21a ser det ud til at informationen fra "Company" og "Location" kan placeres i én klasse i stedet for tre. Dette vil dog bryde med NF1, da der så vil være flere grupper af data i samme klasse. Desuden kan en virksomhed have flere lokationer, og i så tilfælde ville vi også bryde med NF2. Den sidste klasse i figur 21a er en slags sorteringsklasse så der kan søges information om ressourcer for en specifik branche, denne klasse er ikke nødvendig, men faciliterer blot en bekvemmelighed.

Årsagen til fragmenteringen i figur 21b skyldes, at vi ønsker at undgå flere datagrupper i samme klasse i henhold til NF1. Men så det undgås at have den samme information i flere klasser (f.eks. "address" eller "geolocation") i henhold til NF2.

Fragmenteringen i figur 21c, skyldes et ønske om normalisering i henhold til NF, men også lovgivning. De 2 klasser "Email" og "Phone" sikrer, at en kontaktperson/afdeling kan have tilknyttet flere telefonnumre og mailadresser. Hvis dette skulle gøres i en enkelt klasse, ville der skulle oprettes flere kolonner til at holde disse mailadresser og telefonnumre, hvilket ville være et brud på NF1. Adskillelsen mellem "Contact" og "ContactDetails" er teknisk unødvendig, men den sikrer, at man kan slette en person fra "contactDetails", uden at ødelægge historik, dvs. "contactID" vil stadig kunne fremsøges, og man ødelægges ikke søgehistorik for "ResourceInfo" - Opdelingen er lavet for at tillade, at man kan slette personhenførbare data i henhold til GDPR, uden at det går udover historik og søgbarhed (EU's Publikationskontor, 2020).

Designet overholder efter vores overbevisning NF1, NF2 og NF3, og dermed også god skik for design af relationelle databaser. Herudover er der taget hensyn til GDPR, hvilket er et krav (EU's Publikationskontor, 2020).

Figur 21



4.5.3 Refleksion over databasedesign

Der er i løbet af designprocessen dukket flere problemstillinger op. Blandt andet kunne det være fornuftigt, at oprette flere databaser med forskellige brugsformål, i stedet for blot én database. Det kunne evt. også være hensigtsmæssigt at have en ganske simpel oversigt over, hvor en ressource findes, men hvor der ikke nødvendigvis skulle tænke over kontaktpersoner og GDPR lovgivning, mængder m.m. Der kunne også tænkes over, hvordan designet kan håndtere under/overskud, altså en ressource der er sendt, men ikke modtaget, eller omvendt.

Endnu en udfordring er, at overtale virksomheder til at dele og oplyse data, da flere formentlig vil have bekymringer, om hvorvidt deling af data kan hjælpe deres konkurrenter, eller evt. stille dem selv i et dårligt lys. Der har tidligere været bekymringer heromkring i Kalundborg Symbiose, som dog over tid er forsvundet (Lisbeth Randers, interview, 19. februar 2020).

Det er vores overbevisning, at en formaliseret database med udgangspunkt i et design, som f.eks. det der præsenteres i afsnit 4.5.2, kan hjælpe med at facilitere oprettelsen af flere industrielle symbioser. Det skal samtidig påpeges, at det foreslåede design blot er en indledende skitse, og ikke kan implementeres som funktionel database. Det vil være nødvendigt at involvere erfarne specialister til at videreudvikle et endeligt design, hvor de forskellige involverede parter kan få mulighed for at bidrage med teknisk viden, og få sat ord på bekymringer. I henhold til Habermas vil de dermed kunne eliminere fordomme tidligt i processens *kommunikative handling* (Jensen m.fl., 2007, s. 36), hvilket åbner op for, at der kan kommunikeres om aspekter, og parametre for designet, der ikke udelukkende relaterer sig til den *instrumentel-tekniske* forståelseshorisont. Ligeledes vil det give mulighed for at adressere de bekymringer en virksomhed måtte have, i forbindelse med deling af data.

5 Diskussion

Vi har i projektets forløb, udarbejdet to værktøjer som skal understøtte en optimering, af en cirkulær økonomisk udvikling ved etablering af flere industrielle symbioser. Værktøjer der gennem teori om cirkulær økonomi, bidrager til at partnerskaber kan etableres. Her er der fokus på at spild minimeres, at materialer substitueres, at materialers levetid forlænges og at materialer og produkter kaskaderes (Guldmann, 2016, s. 14).

Men ofte er cirkularitet ikke så let at indføre, som det umiddelbart kan antages. Der er barrierer som f.eks. tekniske udfordringer, adgang til energi og ressourcer, og udfordringer i forbindelse med vores handlinger, og de forventninger der er til hvordan vi interagerer, og drager beslutninger (Chertow, 2007, s. 20). De barrierer som er styret af interaktion, har vi forsøgt at nedbryde, ved at anvende et videnskabsteoretiske ståsted. Her tager vi afsæt i Habermas' *kommunikativ handling* for hvordan beslutninger dannes, og lader det danne baggrund for vores metodekort (Jensen m.fl., 2007, s. 36). Her siger vi, at vi kan sætte os ud over de normative beslutninger, som er de rationelle beslutninger, ved at anvende dialog og refleksion (Jensen m.fl., 2007, s. 36). Det vil sig, at det f.eks. kan blive muligt at tilsidesætte økonomiske konsekvenser, for at fremhæve miljømæssige hensyn i en beslutningsproces. Habermas mål er en stille udvasken af den ubetinget kapitalistiske markedsøkonomi, ved at inddrage andre perspektiver, og dermed give alle parter mulighed for at udtrykke holdninger og opnå en demokratisk beslutning. Derved kan vi deltage i dialog uden fordomme og hæmninger, og være med til at myndiggøre holdninger, ved at forstå og fortolke os selv (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 385).

Rammesætningen af databasen understøtter også Habermas' måder at tilgå fornuftsbetonede beslutninger på. f.eks. understøtter oplysningerne i "ResourceInfo" med en parameter som 'hazardClassification', en etisk/moralsk beslutning om hvor meget en ressource må være miljøskadelig (se figur 20). 'Quantity' og 'price' kan indgå i en logisk og rationel beslutning, og under "Location" findes 'geolocation' der ligeledes indgår i en logisk rationel sammenhæng, men også kan indgå i en følelsesmæssig beslutning om sammenhørighed, og en kommunikativ beslutning i forhold til sociale relationer (Jensen m.fl., 2007, s. 36).

Habermas teori kan være svær at omsætte til praksis, da konsensus ikke altid opnås, på baggrund af enstemmighed, men ofte på baggrund af både magt og videnskab, der altid spiller en rolle i partnerskabet, derfor alligevel kan ende med at definere beslutningsgrundlaget. Vi forsøger via metodekortene, at indarbejde en selvkritisk refleksion ved at være opmærksomme på, at et samarbejde kan være komplekst og svært at overskue, når det rationelle skal sidesættes. En omstilling kan have høje økonomiske konsekvenser, og kræver en stor omvæltning i planlægning og kulturelle normer i virksomheden. For trods mange miljømæssige hensigter, er alle virksomheder afhængige af en indkomst, der skal drive forretningen. Virksomheden kan også være låst til leverandøraftaler eller underlagt kommunale som statslige regler. Det ender derfor ofte med en resultatorienteret handling, der bygger på rationelle handlinger vedrørende økonomi. Med andre ord er det markedsmekanismerne der, sammen med politiske strategiske elementer, styrer beslutningen. Trods vores forsøg med at etablere metodekort, der implicit arbejder med Habermas teori, er det svært at frigøre sig fra den humane fornuft, og have mulighed for at udfolde sig på egne præmisser (Fuglsang & Olesen, 2005, s. 385).

Det som teorien '*kommunikativ handling*' også bidrager til, er den sociale interaktion som Marian Chertow, professor ved Yale i miljøledelse, mener er vigtig ved en etablering af en industriel symbiose (Chertow, 2007, s. 15). Chertow beskriver i artiklen „*Uncovering*“ *Industrial Symbiosis*“ tre tilgange til hvordan man kan hjælpe industrielle symbioser i gang (kort beskrevet i afsnit 4.4.1). Den første tilgang er at få kortlagt de reststrømme der er tilrådighed i et specifikt område, og herefter finde ud af hvilke

virksomheder der ville have gavn af at få oplyst at en ressource kan indhentes på anden vis (Chertow, 2007, s. 24). Den anden tilgang er at assistere allerede etablerede symbioser eller virksomheder, der viser de første tegn herpå med teknologi og økonomi. F.eks. ved at få hjælp gennem offentlig støtte. Faren er bare, hvad der sker når støtten forsvinder (Chertow, 2007, s. 25). Den tredje tilgang er at opbygge en symbiose, hvor der allerede arbejdes med et miljømæssigt perspektiv. Til en start anbefaler Chertow, at der kun involveres en eller to virksomheder og at der f.eks. kan ses på hvordan en offentlig reststrøm kan tænkes ind som ressource, eller at to virksomheder udveksler reststrømme, som de hver især kan anvende som nye ressourcer (Chertow, 2007, s. 25). Alle tre tilgange viser forskellige stadier i en symbioses opstart, og hvordan det især er det selvorganiserende der lægges vægt på hos Chertow.

I Sommers fremlæggelse af hans metodik, byder han ind med at der kan være fire tilgange til at en symbiose kan opstå (Sommer, 2020, s. 16). Disse fire tilgange læner sig meget op ad Chertows tilgange, men her ser han på hvordan de startes op ud fra forskellige strukturer. Den første er igennem en bottom-up struktur, hvor der er tale om en selvorganisering uden indblanding af eksterne parter (Sommer, 2020, s. 16). Den anden er, hvor en facilitator leder processen og identificerer de potentialer der kan være i at danne en symbiose (Sommer, 2020, s. 16). Den tredje er igennem teknologier der kan indhente data om ressourcer, og derved udregne modeller, der efterfølgende fremlægges for potentielle partnerskaber, f.eks. af forskere (Sommer, 2020, s. 16). Den fjerde er muligheden for, at der igennem en top-down struktur, f.eks. gennem en offentlig vision og planlægning udvikles et samarbejde (Sommer, 2020, s. 16). Alle fire strukturer blotlægger, at der ikke findes en let tilgængelig metode, eller opskrift på hvordan den ultimative industrielle symbiose opstår, men at både en bottom-up og top-down kan fungere afhængig af det samarbejde der etableres. Dog understreger Chertow i artiklen „*Uncovering Industrial Symbiosis*“, at ledelsen i de enkelte virksomheder udemærket er klar over hvilke ressourcestrømme de selv har, men at de oftest mangler information om strømme fra deres naboer (Chertow, 2007, s. 24). Dette mener vi, er med til at underbygge vores argument for vigtigheden af en centralt styret database, og et opgør med informationssiloer.

Industriel Symbiose er ikke noget nyt fænomen. Virksomheder har altid indgået i netværk og udvekslinger af et eller andet omfang (Chertow, 2007). En stor del af arbejdet med at skabe og forbedre industrielle symbioser i dag, er til en hvis grad at identificere steder, hvor "spiren" hertil allerede er lagt, og at understøtte den, således at den kan udvikle sig. (Chertow, 2007).

Da vi mener, at der skal ske et paradigmeskift i forhold til den lineær økonomi, bliver vi nødt til at træde ud af den rationelle rolle, og danne en ny referenceramme. Det kræver, at der er fokus på, hvordan vores fremtid kan blive bedst mulig for alle kommende generationer. Ved at der er et mindre ressourceforbrug, et mindre forbrug i det hele taget, et mindre udvalg af produkter, en større omtanke for miljøet når vi designer produkter. Det er her at Habermas' teori om moralske og etiske beslutninger kommer til anvendelse. Da hans perspektiver åbner op for en anderledes rammesætning, der bliver krydret af fornuftsbetonede handlinger. Derved bliver der plads til etiske, moralske, følelsesmæssige og sociale relationers betydning, som kan indgå i strategisk overvejelser (Jensen m.fl., 2007, s. 36).

6 Perspektivering

Vi er bevidste om, at empiri som interviews med øvrige samarbejdspartnere i Kalundborg Symbiose, ville kunne have haft betydning for vores analyse. Da vi dermed ville have haft yderligere perspektiver, at inddrage i forbindelse med udviklingen af metodekort og database design. En af de ting som kunne have været spændende at undersøge, er den koordinerende rolle som Kalundborg Symbiose har, og hvilken påvirkning den har på at udvikle symbiosen i en bestemt retning.

Kalundborg Symbiose er den faciliterende enhed i samarbejdet mellem alle aktører i symbiosen. Den etablerer kontakt mellem parterne, har kontakten til kommunen og bliver derved nerven mellem offentlige- og private virksomheder. Den har desuden også en stærk politisk indflydelse på udviklingen af Kalundborgs infrastruktur og uddannelsesinstitutioner (Kalundborg Kommune, 2020a). Chertow henviser også til nødvendigheden af en koordinerende funktion for symbioser med henblik på at øge og forbedre intern og ekstern kommunikation, sådan som man har det i Kalundborg i form af Kalundborg Symbiose. (Chertow, 2007, s. 20).

Vi har i metodekortene foreslået at der allerede i starten inddrages en facilitator (se Fase 1, figur 15) i afsnit 4.4.1), for at alle initiativer bliver hørt og at der skabes konsensus på bedste vis. Således at der også tages hensyn til både virksomhedernes behov, gældende lovkrav og at innovative løsninger inddrages. Om det skal være en kommune, en ekstern partner eller en enhed som Kalundborg Symbiose der faciliterer, kan vi ikke give en færdig opskrift på, da det handler om de interaktioner der opstår mellem samarbejdspartnerne.

7 Konklusion

Vi har igennem projektet arbejdet med problemformuleringen, *"Hvordan kan strategiske værktøjer fremme samarbejde og facilitere udviklingen af industrielle symbioser"?*. Vi har erfaret, at vores problemstilling er mere kompleks end først antaget.

Kalundborg Symbiose's succes, skal til dels findes i den geografiske placering og det fællesskab virksomhederne indgår i. Kommunen har desuden en stærk rolle i forbindelse med succesen, da den medvirker til at binde parterne sammen. Desuden støtter kommunen med reststrømme og med teknisk hjælp og gennem EU støttes med økonomisk hjælp til projekter.

Da der desværre ikke har haft mulighed for at teste vores værktøjer, har vi ikke haft mulighed for at observere hvorvidt de har nogen effekt i praksis. Det ville være interessant at have haft muligheden for dette for blandt andet at lære mere om hvordan de ville udvikle sig igennem den iterative proces.

Analysen af vores interviews viser, at der trods mange barrierer, er stor optimisme og tiltro til cirkulær økonomi, og til at en ny tilgang til ressourcereffektivitet, kan udnytte et potentiale i de reststrømme, der ellers går til grunde og belaster vores miljø.

Der er mange parametre der gør sig gældende ved etablering af en symbiose. Vi mener at dialog og overskuelighed sammen med struktur, kan fremme et samarbejde. Ved at anvende GAIAS og ved at kortlægge data i en iterativ proces, kan etableringsprocessen effektiviseres. Barrierer vil blive synliggjort, og der vil kunne dannes klarhed over de mange eksterne aktører, der også kan påvirke samarbejdet. Begge værktøjer, databasen og metodekortene, er derfor relevante at forsøge at inddrage, som mulige løsninger på komplekse interaktioner.

I forbindelse med at arbejde med design af et kommunikativt værktøj, er det vigtigt at besidde ydmyghed over for kompleksiteten af menneskelige og organisatoriske relationer, og hvilke forventninger der er til effekten af denne type værktøj. Selv om vi har fokuseret på at udvikle værktøjer, der er direkte rettet mod en bestemt målgruppe, er det svært at ændre på en virksomhedskultur der er præget af forankrede holdninger og adfærd. Det kræver en strategisk planlægning af omstillingsprocessen i hele organisationen, for at forankre en ny strategi.

8 Anerkendelser

Stor tak til Jens Dorland for kyndig vejledning igennem hele projekforløbet. Også stor tak til Per Møller og Lisbeth Randers fra Kalundborg Symbiose, som har stået til rådighed for vores spørgsmål og været behjælpelige med at genfinde empiri vedrørende test- og demonstrationsanlægget for mikroalger. Tak til Lars Sørensen fra Kalundborg Forsyning som har stillet faciliteter til rådighed i det omfang det har kunnet lade sig gøre. Ligeledes tak til Claus Dantzer-Sørensen fra Miracle 42, for feedback og nådesløs kritik af flere iterationer af vores databasedesign, samt til Kasper Løvborg Jensen, fra Aarhus Universitet, for samme.

Litteraturliste

- Ayres, R. U. & Ayres, L. (Redd.). (2002). *A Handbook of Industrial Ecology*. Cheltenham, UK ; Northampton, MA: Edward Elgar Pub.
- Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (2015). 1. Interviewer: Samtalen Som Forskningsmetode. I *Kvalitative Metoder - En Grundbog* (2. udgave, Bd. 2015). Hans Reitzels Forlag.
- Chertow, M. R. (2007). "Uncovering" Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1). doi:10.1162/jiec.2007.1110
- DAKOFA. (2020, 15. maj). One mans trash is another mans treasure. Hentet 31. maj 2020, fra <https://dakofa.dk/element/one-mans-trash-is-another-mans-treasure>
- E4water. (2020). E4water Concept. Hentet 18. maj 2020, fra <http://www.e4water.eu/concept.html>
- EU's Publikationskontor. (2020, 27. april). Art. 17 GDPR Right to erasure ('right to be forgotten'). Hentet 31. maj 2020, fra <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?qid=1590953432565&uri=CELEX:32016R0679>
- European Commision. (2020). New Circular Economy Action Plan. Hentet fra https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf
- Fuglsang, L. & Olesen, P. B. (2005). *Videnskabsteori På Tværs Af Fagkulturer Og Paradigmer i Samfundsvidenskaberne* (2. udg.). Roskilde: Roskilde universitetsforlag.
- Guldmann, E. (2016). *Best Practice Examples of Circular Business Models*. The Danish Environmental Protection Agency.Ministry of Environment and Food of Denmark. Hentet 1. marts 2020, fra <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2016/06/978-87-93435-86-5.pdf>
- Ingeniøren. (2012, 18. september). Algeanlæg skal rense Kalundborg-virksomheders spildevand. Hentet 5. april 2020, fra <https://ing.dk/artikel/algeanlaeg-skal-rense-kalundborg-virksomheders-spildevand-132297>
- Jensen, A., Andersen, J., Hansen, O. & Nielsen, K. (2007, 21. november). *Planlægning i Teori Og Praksis*. Roskilde universitetsforlag.
- Kalundborg Kommune. (2020a, 24. maj). Erhvervsudvikling. Hentet 30. maj 2020, fra <https://www.kalundborg.dk/Erhverv/Erhvervsudvikling.aspx>
- Kalundborg Kommune. (2020b, 18. maj). Samarbejde Og Tillid i Symbiose. Hentet 18. maj 2020, fra https://www.kalundborg.dk/Om_kommunen/Presserum/H-M_Dronningens_bes%C3%B8g_i_Kalundborg/Bes%C3%B8gssteder/Samarbejde_og_tillid_i_Symbiose.aspx
- Kalundborg Symbiose. (2019, 1. december). Symbiosens Potentiale Forløses. Hentet 18. maj 2020, fra http://www.symbiosis.dk/wp-content/uploads/2019/12/Pressemeddelelse_Symbiosens-potentiale-forl%C3%B8ses.pdf
- Kalundborg Symbiose. (2020, 18. februar). Kalundborg Symbiose. Hentet 18. februar 2020, fra <http://www.symbiosis.dk/>
- Kirk, L. (2015, 30. oktober). Danish Project Lets Algae Convert CO2 into Protein. *EUObserver*. Hentet 3. marts 2020, fra <https://euobserver.com/regions/130410>

- Lacy, P. (2014). *Circular Advantage*. Hentet 1. marts 2020, fra https://www.accenture.com/t20150523t053139__w__/us-en/_acnmedia/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/global/pdf/strategy_6/accenture-circular-advantage-innovative-business-models-technologies-value-growth.pdf
- Microsoft. (2020, 30. marts). Database Normalization Description. Hentet 18. maj 2020, fra <https://docs.microsoft.com/en-us/office/troubleshoot/access/database-normalization-description>
- Miljø- og Fødevarerministeriet. (2018 september). *Strategi for cirkulær økonomi*. Hentet fra <https://mfvm.dk/miljoe/strategi-for-cirkulaer-oekonomi/>
- Miljø- og Fødevarerministeriet. (2020, 18. maj). Om En Cirkulær Økonomi. Hentet 18. maj 2020, fra <https://mst.dk/affald-jord/affald/cirkulaer-oekonomi-og-ressourceeffektivitet/om-en-cirkulaer-oekonomi/>
- Møller, P. (2017, 5. oktober). *INDUSTRIAL SYMBIOSIS - A MEANS TO POWER REGIONAL GROWTH AND THE GREEN TRANSITION*. Hentet fra https://researchspace.csir.co.za/dspace/bitstream/handle/10204/9879/Moller_CSIR2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Nielsen, C. B. (2013, 17. april). Mikroalger Skal Rense Industriens Spildevand. *Licitationen, Byggeriets Dagblad*. Hentet 24. marts 2020, fra https://www.licitationen.dk/article/view/182327/mikroalger_skal_rense_industriens_spildevand
- OECD. (2019, 3. april). *Business Models for the Circular Economy*. Hentet 18. maj 2020, fra <https://www.oecd.org/environment/business-models-for-the-circular-economy-g2g9dd62-en.htm>
- Safafar, H. (2016, 5. november). *Micro -Algae Biomass as an Alternative Resource for Fishmeal and Fish Oil in the Production of Fish Feed* (DTU, DTU Food). Hentet 3. april 2020, fra https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/129002911/Thesis_Hamed_Safafar_Finilized_by_DTU_secretariat_.pdf
- Sommer, K. H. (2020 marts). *Study and Portefolio Review of the Projects on Industrial Symbiosis in DG Research and Innovation*. EU. Hentet 15. marts 2020, fra https://op.europa.eu/flexpaper/common/split_document.jsp?doc=f%E2%80%A6aper%2Flocale%2F&localeChain=en_US&documentLanguage=en&share=
- Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (Tenth edition, global edition). Pearson.
- Aarhus Universitet. (2020). Metodeguiden. Hentet fra <https://metodeguiden.au.dk/uformelt-interview/>

Bilag

A Spørgeramme til interview med Per Møller og Lars Sørensen

SRL rating i forhold til mikroalge anlæg	Spørgeramme til interview 31. marts 2020 Nedenstående er spørgsmål er stillet til Per Møller (Kalundborg Symbiose) og Lars Sørensen (Kalundborg Forsyning). I forbindelse med at lave en SRL rating som skal sidestilles med en rating der er lavet af Kalundborg Bioenergi (se bilag B).
SRL 1 - The good idea	Tech: Hvordan opstod ideen til alge anlægget? Bus: Hvor langt var I fra skitser før blev der søgt om EU støtte? Eco: Var det miljøperspektiver som vægtede i beslutningen? <u>Man</u> : Hvem var projektleder?
SRL 2 - Local resources mapped	Tech: Hvordan fik I ideen med samarbejdet med DTU? Bus: Hvilke data/kriterier lå til grund for at starte projektet op? Eco: Hvilke miljøperspektiver skulle inddrages? <u>Man</u> : Hvordan blev partnere identificeret?
SRL 3 - Screening completed	Tech: Hvordan fik I undersøgt potentialet for samarbejdspartnere? Bus: Hvordan passede projektet ind i de øvrige partners strategier? Eco: Hvad blev udvalgt som miljøhensyn? <u>Man</u> : Hvordan opstod samarbejdet mellem de forskellige partnere/interessenter (Symbiose, kommune, forsyning, Novo og Novozymes)?
SRL 4 - Proof of concept	Tech: Hvordan blev konceptet valideret? Bus: Hvilke data lå til grund for en evt. businesscase? Eco: Hvilke data for miljøhensyn blev inddraget? Hvilke bæredygtige tiltag var vægtet højest? <u>Man</u> : Hvordan blev samarbejdet ledet? Hvordan blev en ledelse sammensat?
SRL 5 - Sustainability assessment finalized	Bus: Hvilke muligheder kunne identificeres? Evt. konkurrenter? Eco: Hvilke bæredygtige elementer kunne identificeres? <u>Man</u> : Hvordan blev EU støtte søgt? før/efter <u>ide udvikling</u> med partnere?
SRL 6 - System qualified	Eco: Hvilke tilladelser skulle indhentes fra stat/kommune?
SRL 7 - Partners committed	Eco: Var der gevinst for øvrige partner ved at anlægget blev etableret? <u>Man</u> : Hvilke partnere tilsluttede sig testanlægget? og med hvilken strategi/gevinst?
SRL 8 - Commercial production	Bus: Er der påvist nogen økonomiske gevinster?
SRL 8 - Commercial production	Bus: Er der påvist nogen økonomiske gevinster?
SRL 9 - Resilient partnership	<u>Man</u> : Har I udviklet nogen varige forhold/partnerskaber i løbet af projektet der kan vise sig værdifulde fremadrettet?

B Spørgeramme til interview med Kalundborg Symbiose

Arbejdsspørgsmål til symbiosen - spørgeramme

Organisation	Hvordan er i organiseret nu? Efter at i er blevet en privat virksomhed? Hvordan fungerer organisationen? Hvem har beslutningsmarioteten?	
Partnerskab og økonomi	Hvem har stiftet Symbiosen, og hvordan påvirker det samarbejdet? Hvordan fungerer formandskabet? Hvordan baserer man sig på en partner – hvis den er livsnødvendig for at kunne bestå? Er der en aftale om hvordan partnerskab består? Generalforsamling!! Kan vi evt. få lov at deltage (blot lytte)???	Deltage?
EU	Hvilken rolle spiller EU? Hvor mange Fonds-midler? Hvad bestemmer EU i forhold til symbiosen? Skal der opgives regnskab m.m? Interreg – BALTIC hvordan spiller de en rolle og hvem samarbejdes der med? (Rusland?)	
Barometer	Der står på hjemmesiden, at I allerede har en screeningsmetode? Hvordan ser den ud? Og er det en som I fuldt ud arbejder efter? https://symbiosecenter.dk/processen/ Hvad skal et readiness level anvendes til? Ud fra hvilke kriterier er barometeret udviklet? Kan vi sammenligne barometer med TRL? Er der andre skalaer der kan anvendes? Design - Skal det være et barometer? Hvem kan vi kontakte i forhold til de levels der er udviklet indtil i dag?	Design af levels?
Alger	Forklar hvordan anlægget virker? Og hvordan det hænger sammen med Kalundborg spildevand? Virker det? Indgår algerne i en cirkulær økonomi? Hvor meget har de bidraget/bidrager de med? (Hvad er årsagen til at de ikke er en del af symbiosen længere?) Kontakt til Per Møller?	Kontakt til anlæg?

C Interview med Per Møller, 2. marts 2020

<https://drive.google.com/file/d/1Mib4NSkCEUikWsFc1rLHhPe6CUCZsG8Y/view?usp=sharing>

D Interview med Per Møller og Lars Sørensen, 31. marts 2020

https://drive.google.com/file/d/1jTdn-pumAsYK_-QngzJOyHR6-rA5pGwJ/view?usp=sharing

E Interview med Lisbeth Randers, 4. maj 2020

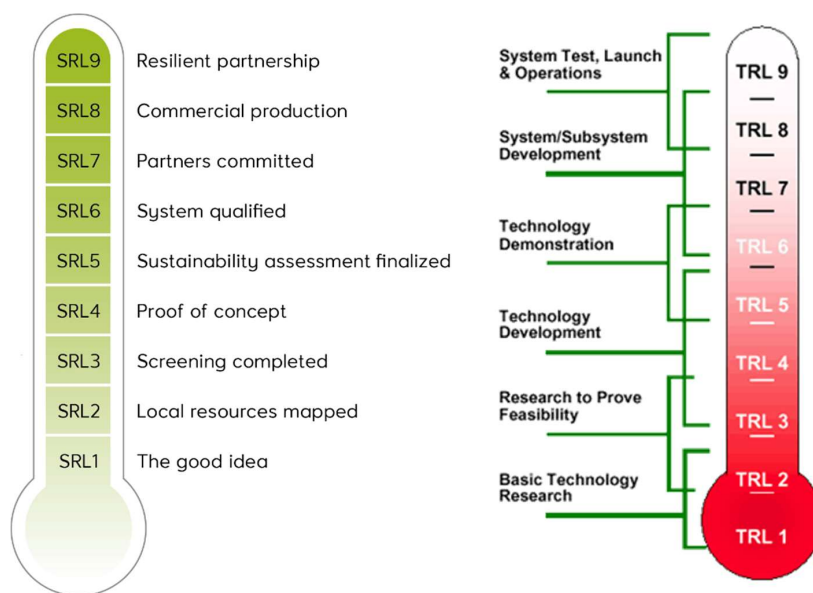
<https://drive.google.com/file/d/1BFQnosE2zS227LdwPxPEJIdHNxpM3Wey/view?usp=sharing>

F Præsentation af Kalundborg Bioenergi

Kalundborg bioenergi

- an illustrative case on levels of symbiosis

Kalundborg Bioenergi is a full-scale biogas plant which handles waste products from the insulin and enzyme production at Novo Nordisk and Novozymes. Construction was commenced in the spring of 2017, and the biogas was commissioned in the spring of 2018 producing what is equivalent to the annual natural gas consumption of 5.000 households.



SRL1 - the good idea

A mutual biogas plant, placed in Kalundborg will

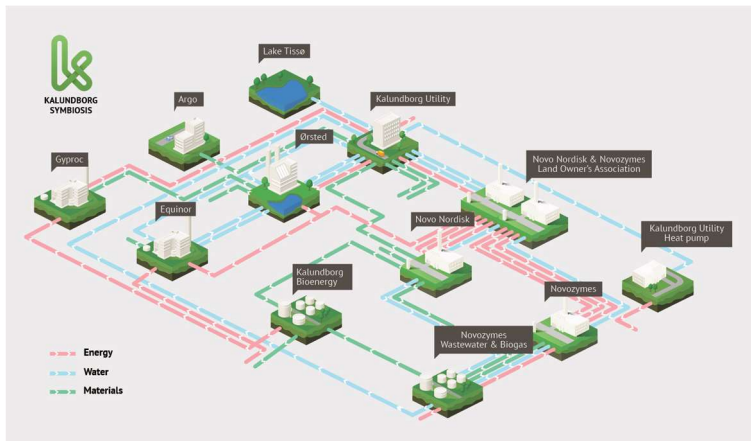
- cost savings on NovoGro (biprodukt)
- provide better waste water treatment without enlarging the existing unit
- save transportation of biomass over long distances

Spring 2013: Novozymes invites Novo Nordisk to a meeting, discussing the potential future solution

Preliminary business case

But maybe most important:

- Contribute to green energy transition in the existing industrial symbiosis



SRL2 - Local resources mapped

Local resources were already mapped:

2011-2012: project KINEC, Kalundborg INTe grated Energy Concept provided basic mapping of existing energy stream and pointed out future perspectives and possible solutions for green transition, among them biogas from industrial fermentation waste

2012: recommendation with a mutual voice for future municipal planning of placing biogas plant

SRL3 – Screening completed

- BAT: Slurry from Novo Nordisk had already been biogassified during a longer period of time
- Knowledge and access to data, for instance specification of streams were already available in the companies
- Motivation for new symbiosis projects was high among the partners

SRL4 - Proof of concept

2013: market dialogue with potential partners in the business area of biogas production

Choice of partner through Ørsted: Bigadan

2015: Letter of intent &

Feasability study agreement (finance)

Challenge: how would industrial streams react, when they were mixed? Was it for instance necessary to add organic streams, like manure?

- 2 fase pilot tests
 - Denmarks Technical University
 - Business partners of Bigadan

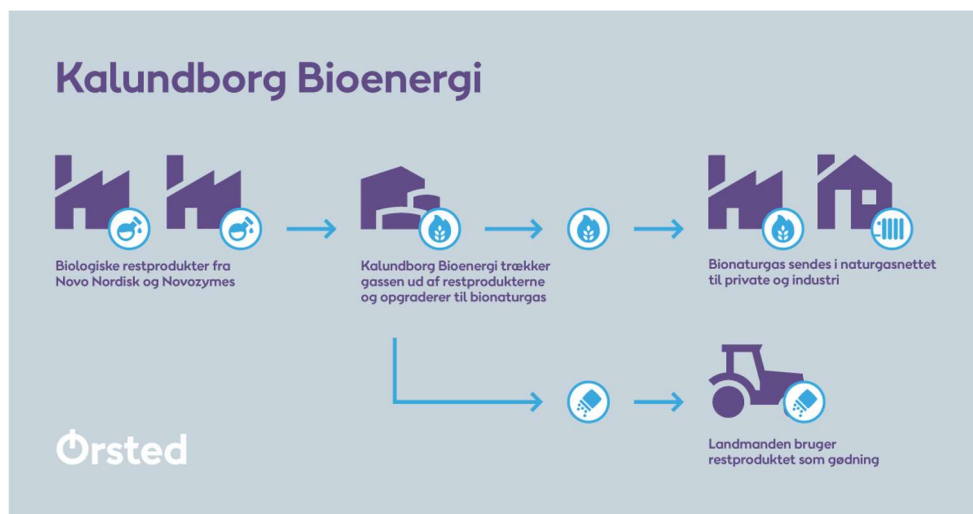
Testcenter Herning:

SRL4 – TESTCENTER HERNING



SRL5 - Sustainability assessment finalized

Not necessary as it was already a part of the KINEC mapping



SRL6 - System qualified

- Business case was confirmed
- Legal barriers were uncovered
- Regulatory procedures were conducted

SRL7 - Partners committed

2015: Master agreement with a number of sub agreements attached

Press release on the partnership and building of plant

- Partnership between Novo Nordisk, Novozymes, Ørsted and Bigadan (not a partner in Kalundborg Symbiosis) was finalized

SRL8 - Commercial production

2017: laying the foundation of the plant in Kalundborg

2018: official opening of Kalundborg Bioenergi



SRL9 - Resilient partnership

2018: Kalundborg Bioenergi is presented to the board of directors in Kalundborg Symbiosis and now part of the diagram

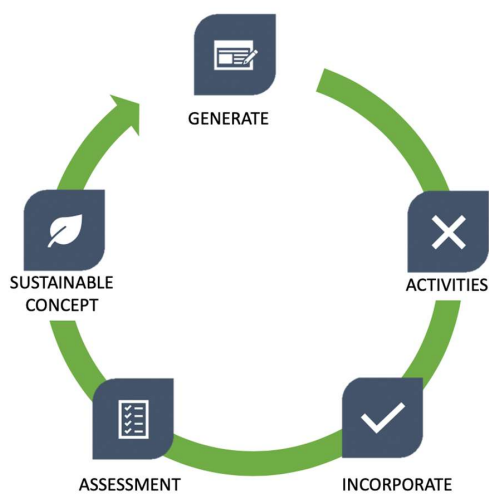
2019: Ørsted is stepping out of Kalundborg Bioenergi, because biogas is no longer part of their core business strategy

Future options for optimization and new projects

Lessons learned

- Local mapping is very efficient to create an overview and long term strategic perspectiv on green energy transition and decarbonization
- A resilient existing partnership provides knowledge and know how on processes, accelerating the road from idea to completed project

G Præsentation af GAIAS



Industrial
Symbioses
Readiness Level

Design of GAIAS

GAIAS *

– Generate, Activities, Incorporate, Assessment & Sustainable Concept

Use the concept for start-up industrial symbioses as inspiration. The power is the circular economy and the sustainable rethinking.



GENERATE



ACTIVITIES



INCORPORATE



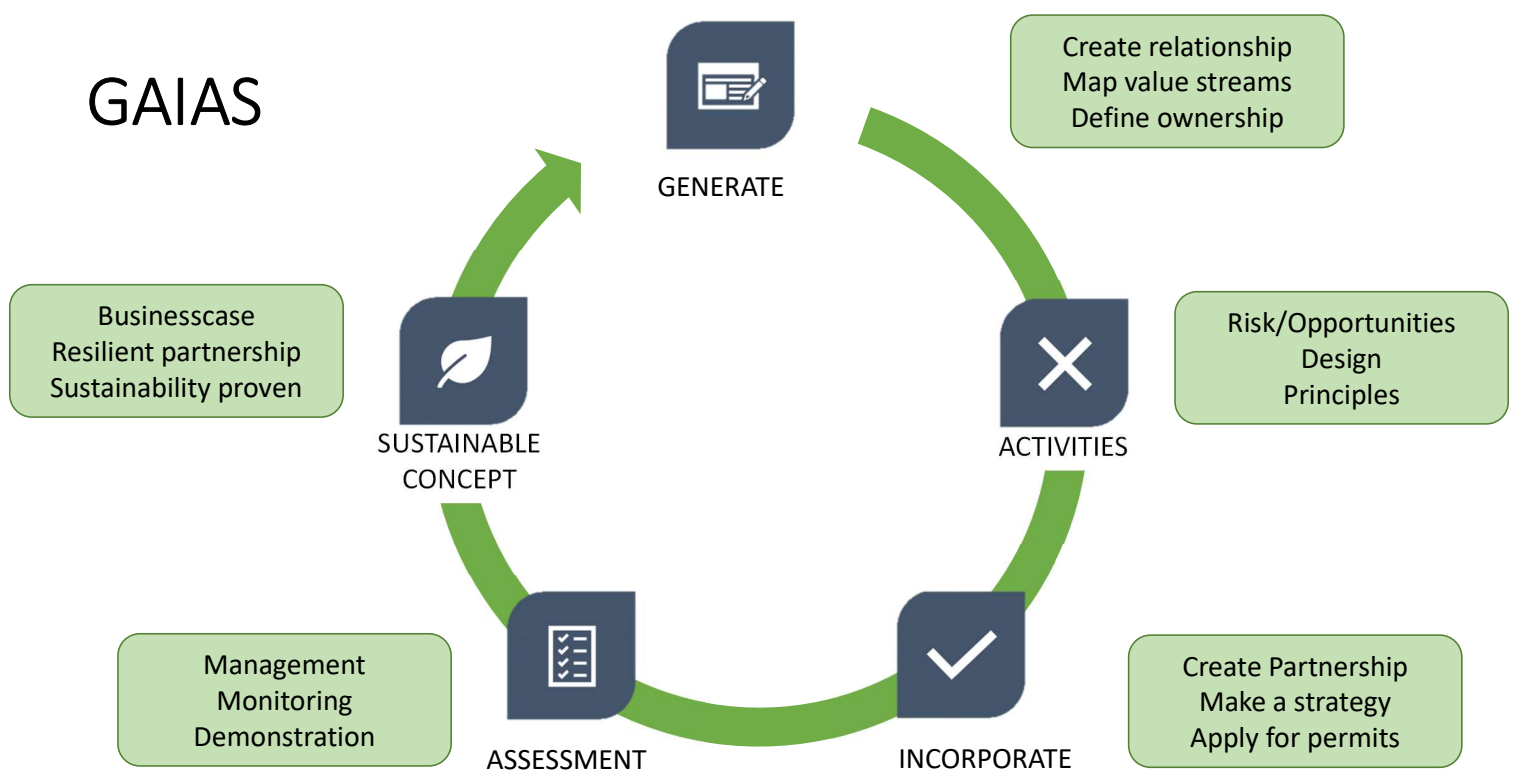
ASSESSMENT



SUSTAINABLE
CONCEPT

*GAIA betyder også jordens gudinde

GAIAS





GENERATE

Create relationship
Map value streams
Ownership

- *Create relationship*
 - Etabler workshops evt. gennem kommune eller et andet partnerskabsforum. Det kan både være ved en bottom-up eller top-down proces afhængig af tilgange til etableringen.
 - Engager en uvildig facilitator der kan evaluere processen undervejs, og som kan få aktørerne i projektet til at forstå projektet og samarbejdet med de øvrige aktører.
 - Indhent viden fra de enkelte virksomheder, om hvilke behov deres kunder og leverandører har
 - Vær opmærksom på under hvilke forudsætninger samarbejdet bygger på – ved cirkulær økonomi er det med fokus på at mindske miljøpåvirkninger og at ressourcer forbliver i et så lukket kredsløb som muligt
- *Map value streams*
 - Se på værdistrømme og fokusér på de reststrømme der i første omgang kan give værdi for eventuelle samarbejdspartnere
 - Anskueliggør hvordan reststrømme kan udveksles
- *Define ownership*
 - Anvend evt. en værdikædeanalyse som kortlægger samarbejdspartnere



ACTIVITIES

Risk/Opportunities
Design
Principles

- *Risk/opportunities*
 - Hvilke muligheder er der for samarbejde?
 - Hvilke mulige reststrømme kan anvendes?
 - Hvilke risici er der i forbindelse med at afgive/modtage en ressource
 - Hvilke barrierer er der for at samarbejdet ikke kan lykkes?
 - Er der mulighed for at etablere et pilotprojekt som fx et living lab, og opnå viden via pilotprojektet?
- *Design*
 - Se på hvordan den industrielle symbiose evt. kan designes. Hvem vil/kan indgå i symbiosen som samarbejdspartnere
 - Hvem skal facilitere fremdriften?
 - Der skal tænkes i en fælles tilgang til miljøhensyn, økonomi, teknologi og organisation.
 - Overvej om der skal etableres en bestyrelse, kontingent, møderækker m.m
- *Principles*
 - Hvilken strategi skal samarbejdet hvile på?
 - Hvilke forretningsmæssige principper vægtes – få overblik over økonomiske og miljømæssige initiativer
 - Tænk profit som at et produkt/reststrøm kan genanvendes, vedligeholdes, opgraderes eller deles
 - Indtænk fx bæredygtighed, cirkulær økonomi og FN's verdensmål som strategiske målsætninger for et effektivt samarbejde
 - Kan der søges støtte gennem EU?



INCORPORATE

Create Partnership
Make a strategy
Apply for permits

- *Create partnership*
 - Hav tæt kontakt til den kommune hvor symbiosen skal etableres
 - Vær forberedt på fleksibilitet af både ressourcer og teknologier i omstillingsprocessen
 - Partnere forpligter sig til et samarbejde
 - Italesæt og tydeliggør spændinger mellem partnerne i projektet.
- *Make a strategy*
 - Hvilken forretningsmodel kan samarbejdet forankre en strategi på?
 - Udarbejd en strategi som indeholder de vigtigste punkter i en business case – gør den så overskuelig som muligt
 - Udarbejd det færdige design af prototype/model
- *Apply for permits*
 - Indgiv ansøgning til godkendelser som bebyggelse, miljø, VVM, spildevand m.m.
 - Overhold gældende lovkrav



ASSESSMENT

Management
Monitoring
Demonstration

- *Management*
 - Beslut jer for hvordan partnerskabet skal drives via en formel måde at evaluere og etablere partnerskaber. Hvem beslutter mål og initiativer?
 - Tænk i governance:
 - Hvordan rapporteres der om økonomi og miljø?
 - Hvilke mål I sætter jer og hvordan indfrier I dem?
 - Hvordan I skaber de bedste rammer for alle parter?
 - Hvordan bliver I enige?
 - Hvordan kommunikeres der omkring beslutninger?
- *Monitoring*
 - Kontrolér at alle godkendelser er indhentet og er godkendte inden opstart
 - Hvilke konsekvenser vil det have for de enkelte samarbejdspartnere?
 - Hvordan skal den nye omstillingsproces forankres hos hver partner og hvilke konsekvenser har det for forretningen?
- *Demonstration*
 - Lav forsøg med prototyper som kan være en hjælp til monitorering af ressourcer og forholdet mellem modtager og aftager. Byg det langsomt op.



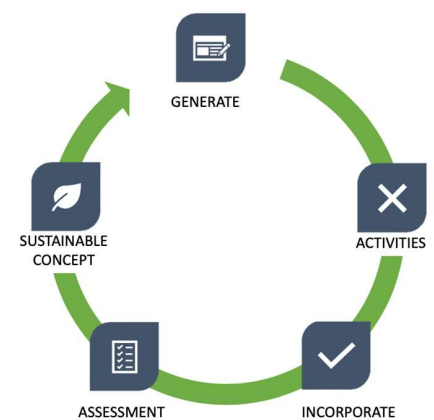
SUSTAINABLE CONCEPT

Businesscase
Resilient partnership
Sustainability proven

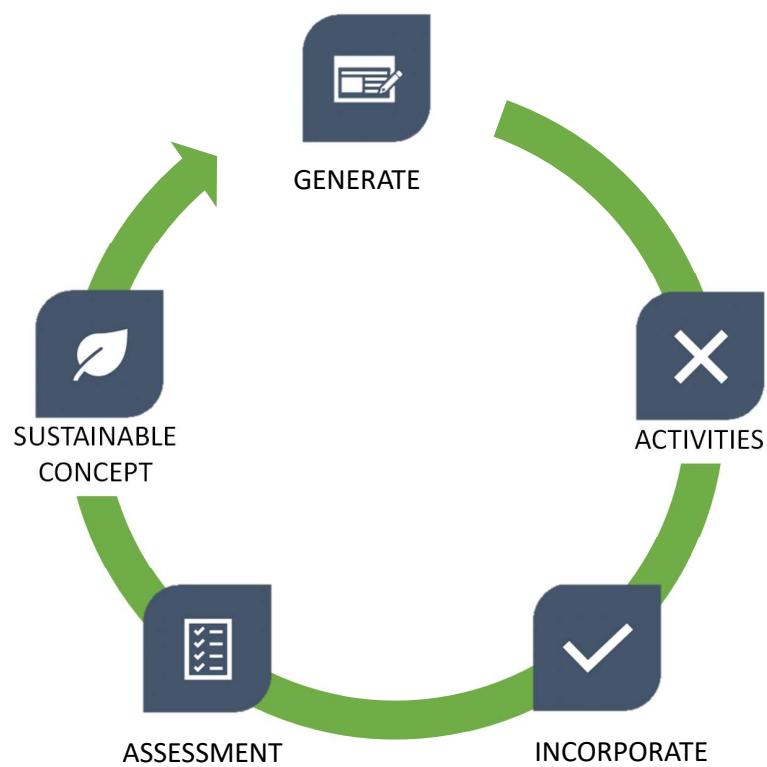
- *Business Case*
 - Redegør for business case
 - Hvilke teknologier er der mulighed for at anvende?
- *Resilient partnership*
 - Opbyg et robust samarbejde gennem tillid og skab enighed om ansvar
 - Hvordan forbliver I agile i hver jeres egne virksomheder, således at partnerskabet ikke trækker jer i en negativ miljømæssig retning?
- *Sustainability proven*
 - Hvordan skabes der værdi for alle parter?
 - Bevis hvordan konceptet er bæredygtigt og anvend fx en model for cirkulær økonomi
 - Lav fremtidige mål for inddragelse af nye partnerskaber
 - Reflekter over formål med symbiosen, strategien og hvor stor betydning økonomi har i forhold til miljømæssige hensyn?

GAIAS – iterativ proces

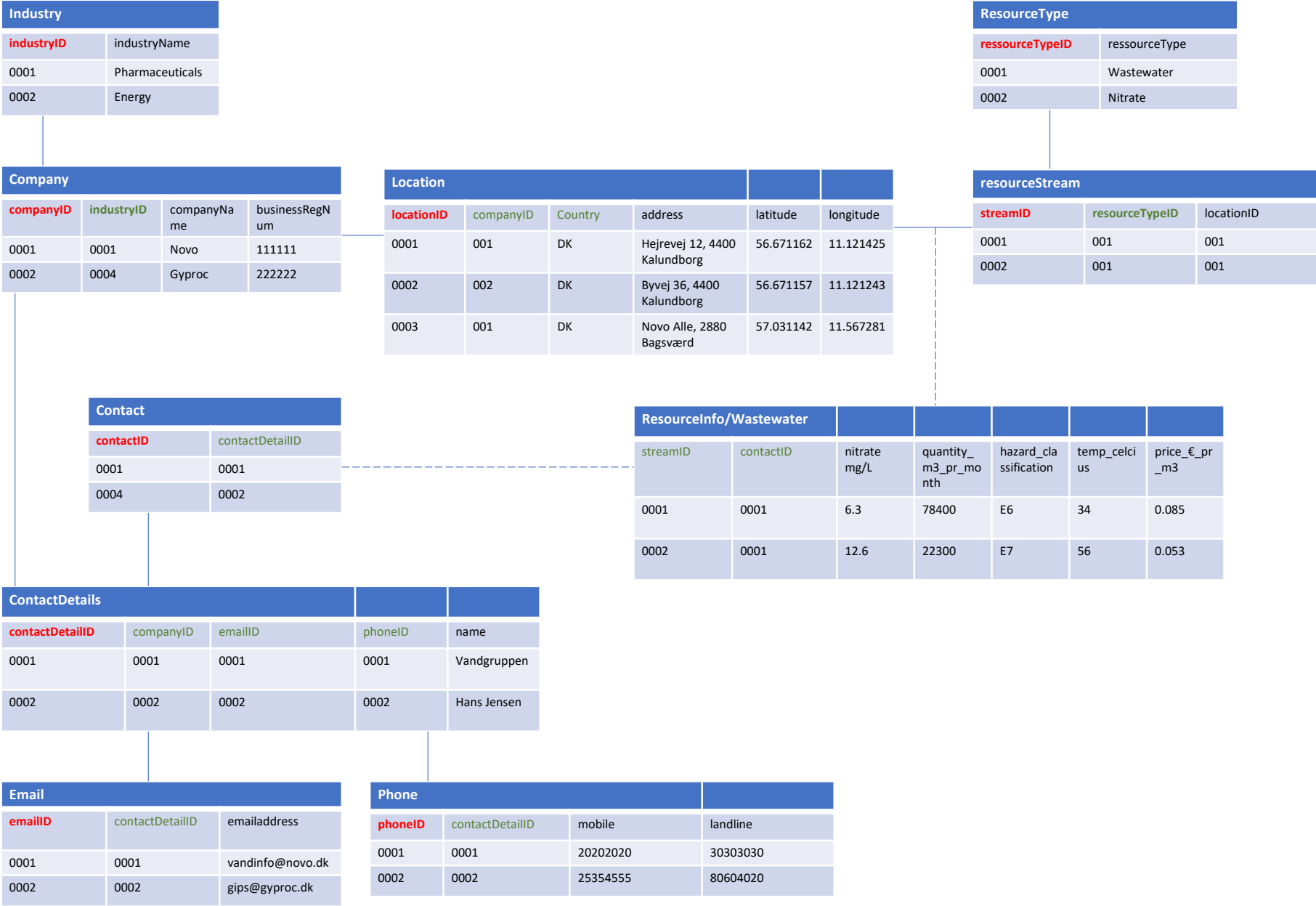
- For hele tiden at have de bedste forudsætninger skal der være fokus på at optimere og effektivisere, og derfor jævnligt evaluere koncepterne i en iterativ proces
- Det betyder
 - at formandsskabet måske skal gå på skift i symbiosen for at tilføre ny energi og kreativitet
 - at nye fremtidige samarbejdspartnere kan tænkes ind og screenes for portetiale



GAIAS



H Konkret eksempel på DB design



I Normalized Forms 1,2 og 3

Første Normalized Form (1NF)	• Eliminer duplikerede attributter i individuelle klasser (<u>telefonnr1</u>, <u>telefonnr2</u> etc.). • Lav separate klasser for hver gruppe af relateret data. • Identificer hvert sæt relateret data ved en unik værdi (<i>primary key</i>) Opret ikke flere flere/attributter til at lagre den samme type information, f.eks. <u>mailadresser</u> eller <u>telefonnumre</u> da dette blot vil fremtvinge en situation hvor der skal oprettes endnu et <u>attributfelt</u> når der skal oprettes endnu et telefonnummer på en eventuel kontaktperson. Opret i stedet en ny klasse til at lagre telefonnumre og skab en relation mellem klasserne ved hjælp af <i>foreign keys</i>.
Anden Normalized Form	• <u>Opfyld</u> alle kriterier fra 1NF • Fjern undersæt af data der optræder i flere klasser. • <u>Relater</u> disse klasser med <i>foreign keys</i>. Attributter (felter i en række) bør ikke have andre afhængigheder end klassens <i>primary key</i>. Dette for at undgå at skulle ændre f.eks. et virksomhedsnavn i flere forskellige klasser.
Tredje Normalized Form	• <u>Opfyld</u> alle kriterier fra 2NF • Eliminer felter der ikke er afhængig af en key. Hvis der i designet eksisterer 2 eller flere felter med indbyrdes afhængigheder, bør de udskilles i en separat klasse.

J SRL Kalundborg

SRL – Sustainability Readiness Level (Kalundborg Symbiosis definition)

Preface

- Practitioners and developers within Industrial Symbiosis (IS) have been lacking a reference guide to scale the readiness level of their activities
- To facilitate the development and communication of IS activities, the following SRL scale has been developed as a tool to scale and validate the readiness level of IS projects

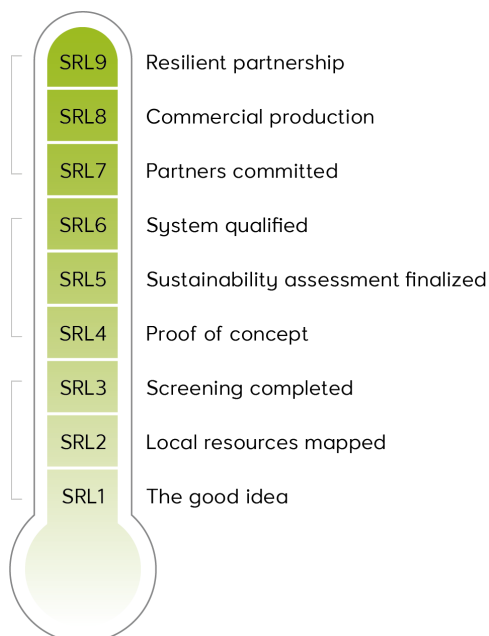
The scale is inspired by the Technology Readiness Level approach developed by NASA – a type of measurement system used to assess the maturity level of a particular technology

SRL Definitions

The following SRL definition is applicable for validation of specific industrial symbiosis projects and level of resilience.

By industrial symbiosis, we understand a local partnership where you provide, share and reuse resources to create a shared value.

A specific SRL level can only be reached once the related activities has been performed successful



SRL1 - The good idea

Pre-feasibility study

Based on knowledge of best available technology, local knowledge and conditions and understanding the key concept of industrial symbiosis

SRL2 - Local resources mapped

Mapped local resources, existing interactions (collaboration), stakeholders (both Public and Private), environmental issues, PR. qualitative and quantitative

SRL3 – Screening completed

Specific resources and motivation screened for partner

Qualitative and quantitative data available

SRL4 - Proof of concept

Have performed feasibility

Applicable local implementation

Green business model validated

Legislation, taxes, policy

Test and demonstration, pilot

Pre-commercial agreement)

SRL5 - Sustainability assessment finalized

SDG's, resource and environmental impact (local and global)

SRL6 - System qualified

In experimental deployment conditions, stable enough for low-rate production

Training documents

Full compliance with obligations, certifications and standards of the addressed market/partner

SRL7 - Partners committed

Trust based relationship

Mutual communication strategy

SRL8 - Commercial production

Commercial agreement

Symbiosis project is up and running on commercial scale and terms

Full production chain is in place and all materials are available

System optimized for full rate production

SRL9 - Resilient partnership

Robust, dynamic, and "organic" network over time, with more symbiosis projects (commercial productions)

The ecosystem will sustain despite of changes in specific conditions and changes in policy/legal frame work, individual partners falling out

SRL – case by case

- This SRL scale is offered to all serious IS practitioners and/or developers
- With this new IS tool we wish to facilitate and inspire You to develop your own cases and share them with us at:

Symbiosis Center Denmark

www.symbiosiscenter.dk