

Biogasanlæg, en bæredygtig energiforsynings-teknologi?



Roskilde Universitet

Humanistisk-Teknologisk Bachelor

Gruppemedlemmer:

Sarah Terkelsen Nartey

Frederikke Villersholt

Maria Katrina Canto Langkilde

Sofie Mignon

Matilde Teut Petersen

Gruppenummer: S1924791729 (HUS A)

Vejleder: Lotte Bornemann Petersen

Anslag: 157.730

Dato for aflevering: Mandag d. 27. maj 2019

Abstract

This project focus on the current climate changes and how to fulfill global goal number seven concerning affordable and clean energy. The main problem in this report is to investigate whether or not biogas is sustainable now and in long terms. The project will go through a critical analysis of biogas as a sustainable technology and present pros and cons. Furthermore, we used qualitative methods as an interview with Sine Beuse Fauerby from a union called “Danmarks Naturfredningsforening” and a field trip to Solrød Biogas. We have worked with theories as biodiversity, sustainability and circular economy. We have used these methods and theories to obtain a basic knowledge for the purpose of answering our thesis statement. We have used the “Trin-Model” by Thomas Budde Christensen, Erling Jelsøe and Niels Jørgensen, as well as “Design Science Research” by John Venable, Jan Pries-Heje and Richard Baskerville as guidelines to answer our thesis statement. It can be verified that biogas-plants are an energy supply technology that contribute to a more sustainable Denmark, provided that we consider all the weaknesses associated with biogas-plants. In addition, we have made a visual presentation to make our conclusion easy and understandable.

Indholdsfortegnelse

KAPITEL 1. INDLEDNING	5
1.1 PROBLEMFELT	5
1.1.1 Klimaforandringer og drivhuseffekten.....	5
1.1.2 Danmarks energinet som forbillede for bæredygtig omstilling	6
1.1.3 Biogasanlæg som en bæredygtig energiforsynings-teknologi	7
1.1.4 Opsummering	7
1.2 PROBLEMFORMULERING.....	8
1.3 MOTIVATION.....	9
1.4 BEGREBSAFKLARING	10
1.5 SPECIALETS OPBYGNING	10
1.6 AFGRÆNSNING	12
1.7 SEMESTERBINDING	13
1.7.1 Dimensionen: Teknologiske Systemer og Artefakter (TSA).....	13
1.7.2 Dimensionen: Design og Konstruktion (D&K).....	14
KAPITEL 2. TEORI	15
2.1 BÆREDYGTIGHED.....	15
2.1.1 Introduktion til bæredygtighedsbegrebet.....	15
2.1.2 Stærk eller svag bæredygtighed	16
2.1.3 Beregning af bæredygtighed.....	17
2.1.4 Bogholderi af den globale bæredygtighed.....	20
2.2 BIODIVERSITET	21
2.2.1 Hvad er biodiversitet	21
2.2.2 Hvordan sikres naturen og dens biodiversitet	23
2.3 CIRKULÆR ØKONOMI	24
2.3.1 Introduktion til cirkulær økonomi	24
2.3.2 Cradle to Cradle	25
KAPITEL 3. BIOGASANLÆG	28
3.1 TRINMODELLEN	28
3.2 TEKNISKE MEKANISMER	31
3.2.1 Hvordan foregår biogasprocessen?	31
3.2.2 Proces faktorer for et biogasanlæg.....	32
3.2.3 Biogasanlæggets opbygning	34
3.2.4 Det organiske materiales system	35
3.2.5 Gassystemet	37
3.2.6 Biogas Anvendelse	38
3.3 CIRKULÆRE PROCESSER.....	38
3.3.1 CO ₂ -neutralitet.....	39
3.3.2 Gylle til afgasset gylle.....	39
3.3.3 Recirkulering af fosfor og andre næringsstoffer	40
3.4 DET TEKNISKE SYSTEM	41
3.5 DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR)	42
KAPITEL 4. METODE	45
4.1 KVALITATIVE METODER.....	45
4.2 FELTTUR TIL SOLRØD BIOGAS	46
4.3 EKSPERTINTERVIEW MED DANMARKS NATURFREDNINGSFORENING.....	47
4.3.1 Ekspertinterview som kvalitativ metode.....	47

4.3.2 Det semistrukturerede interview	47
4.3.3 Semistruktureret ekspertinterview med Sine Beuse Fauery fra Danmarks Naturfredningsforening	48
4.3.4 Fejlkilder	50
4.4 VISUEL PRÆSENTATION	51
4.4.1 Hvad kan projektets visuelle præsentation bidrage med?.....	51
KAPITEL 5. BIOGASANLÆGS BÆREDYGTIGHED	53
5.1 TRANSPORT TIL OG FRA BIOGASANLÆG.....	53
5.1.1 Lastbilkørsel til og fra biogasanlæg	53
5.1.2 Skibe til transport af afgasset organisk materiale.....	59
5.2 ER ET BIOGASANLÆG CO ₂ -NEUTRALT?	60
5.2.1 Kan cirkulære processer være CO ₂ -neutrale?	60
5.2.2 Er biogasanlæg en vedvarende energiforsynings-teknologi?.....	63
5.2.3 Er input og output i biogasanlæg bæredygtigt?.....	65
5.3 ER DER EN SAMMENHÆNG MELLEM BIOGASANLÆG OG BIODIVERSITET?	66
5.3.1 Sammenhæng mellem markarealer, gylle og lav biodiversitet	66
5.3.2 Danmarks Naturfredningsforening syn på biogasanlæg og biodiversitet.....	71
5.3.3 Konsekvenserne ved lav biodiversitet	72
5.4 BIOGAS VERSUS NATURGAS	73
5.4.1 Sammenligning af naturgas og biogas.....	73
5.4.2 Hvorfor er omstillingen fra naturgas til biogas ikke sket endnu.....	75
KAPITEL 6. DISKUSSION	78
6.1 KAN ANTALLET AF BIOGASANLÆG MINDSKE DETS BÆREDYGTIGHED?	78
KAPITEL 7. KONKLUSION.....	82
KAPITEL 8. AFSLUTNING.....	84
8.1 LITTERATURLISTE.....	84
8.2 BILAG	92

Kapitel 1. Indledning

Indledningen er med til at danne et grundlæggende overblik over, hvad projektet vil omhandle og afdække. Indledningen vil byde på et problemfelt, problemformulering, motivation, begrebsafklaring, specialets opbygning, afgrænsning af projektet og opfyldelsen af semesterbindingen. Alle disse afsnit i kapitlet er med til at udruste læseren med al den nødvendige viden for, at kunne forstå det projektet optimalt. Indledningen giver en god baggrundsforståelse for projektet og dets fokus.

1.1 Problemfelt

I det følgende redegøres der for nødvendigheden af at fremtidens energiforsyning bør være bæredygtig. Der argumenteres tilstedeværelsen af klimaforandringer; hvilke konsekvenser det har for kloden og hvorfor energisektoren er et godt sted at starte, når udledningen af drivhusgasser skal reduceres markant fremadrettet. Derudover fremgår det også, hvordan at ønsket om en bæredygtig energisektor i Danmark kan defineres forskelligt og at bæredygtighed til tider fremstår som et forholdsvist bredt udtryk. Grundet dette er det vigtigt at en energiforsynings-teknologi lever op til at være bæredygtig i alle ordets afskygninger. Det er dette problemfelt som projektet tager afsæt i.

1.1.1 Klimaforandringer og drivhuseffekten

Ifølge Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet (EFKM), er klimaforandringer og drivhuseffekten i den grad en realitet, som kan siges at være blandt de største udfordringer, som verden i dag står overfor. EFKM trækker i deres rapport "Klimapolitisk redegørelse 2018" paralleller mellem den nuværende høje udledning af drivhusgasser og store temperaturstigninger i fremtiden (Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, 2018 B), som følge af drivhuseffekten (Miljøstyrelsen, 1996). Disse temperaturstigninger estimerer EFKM vil medføre en række negative konsekvenser for vores fælles fremtidige velfærd, vækst og sikkerhed (Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, 2018 B). Grundet dette er det nødvendigt at den globale udledning af drivhusgasser reduceres markant, hvoraf kuldioxid, metan, lattergas og F-gasser er de største syndere (Energistyrelsen, n.d.). EFKM understreger yderligere at Parisaftalen i 2015 var et historisk vendepunkt for en bæredygtig fremtid. Danmark forpligtede sig nemlig i Parisaftalen sammen med den resterende

verden til, at den globale temperaturstigning maks bør stige med 2 grader celsius og helst kun 1,5 grader celsius. Derudover nævner rapporten udarbejdet af EFKM også, at det er essentielt at verdens samlede udledning af drivhusgasser går i nul inden år 2050, hvis vi vil undgå ekstreme klimaforandringer (Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, 2018 B). FN opstillede derfor i 2015 i alt 17 verdensmål for at opnå stærk bæredygtighed verden over, hvoraf mål nummer 7 omhandler omstillingen til bæredygtig energi (Verdensmålene, n.d.), hvilket dette projekt tager udgangspunkt i.

På nuværende tidspunkt lever de 196 medlemslande i FN's klimakonvention, UNFCCC, ikke op til Parisaftalens målsætninger om en bæredygtig fremtid (Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, 2018 B). Af denne grund er det kun endnu mere væsentligt at fastholde momentum i kampen for et bedre klima og større bæredygtighed.

Drivhusgasser udledes indenfor mange forskellige sektorer, men i stort set alle lande vil energisektoren stå for størstedelen af udledningen af drivhusgasser. På Energistyrelsens hjemmeside fremgår det af et diagram fra 2013, hvordan at energisektoren er den mest forurenende i Danmark og står for 37% af drivhusgasudledningen. Samme tendens kan dokumenteres globalt i en rapport udarbejdet af IPCC fra 2014, hvoraf energisektoren ligeledes var den mest forurenende (Energistyrelsen, n.d.; IPCC, 2014). Af denne grund valgte projektgruppen i første omgang at afgrænse projektet til at fokusere på Danmarks energisektor og omstillingen til en bæredygtig energiforsyning, eftersom at energisektoren synes at være den sektor, hvor der er størst potentiale for bæredygtig omstilling.

1.1.2 Danmarks energinet som forbillede for bæredygtig omstilling

Selvom det ikke går lige godt, for alle landes klimamæssige forpligtelser overfor hinanden, så oplyser EFKM i rapporten "*Danmark som foregangsland på energi og klima*" fra 2018, at Danmark kan være stolte over at være internationalt anerkendt som foregangsland inden for energi- og klimaområdet (Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, 2018 A). Rapporten fra EFKM (ibid.), som dette afsnit bygger på, fremlægger en opsummeret status på Danmarks bæredygtige omstilling, hovedsageligt inden for landets energiforsyning. Deri fremgår det hvordan at Danmark har formået at skabe et værdifuldt bæredygtigt brand, der har medført større rigdom, velfærd, vækst og flere jobs (ibid.). Dette afspejles yderligere i de mange priser Danmark har vundet for blandt andet, "verdens bedste energisystem" (ibid.). Grundet at klimakrisen skal løses globalt og ikke nationalt, er de vundne priser ikke ensbetydende med at Danmark nu kan læne sig tilbage og være tilfredse med, at de har opfyldt deres målsætninger for en bæredygtig energiforsyning. Tværtimod forpligter det blot at Danmark viser andre lande,

hvordan det er realistisk at opnå en omkostningseffektiv bæredygtig energipolitik og forsyning, der samtidig tager hensyn til vækst og konkurrenceevne.

1.1.3 Biogasanlæg som en bæredygtig energiforsynings-teknologi

Eftersom at andre lande ser Danmark som rollemodel for en bæredygtig energiforsyning og dermed stoler på landets ekspertise inden for området, så er det vigtigt at Danmark er sikre på at de bæredygtige energiforsynings-teknologier de introducerer til omverdenen i realiteten også er bæredygtige, også på længere sigt. Her kommer biogasanlæg ind i billedet. I artiklen “Vedvarende energi i Danmark - En krønike om 25 opvækstår 1975-2000”, står der beskrevet at det første fuldskala-biogasanlæg blev bygget i 1976 og at det allerede dengang blev betragtet som en vedvarende og bæredygtig energiforsynings-teknologi. Først i 1995 blev biogasanlæg officielt anerkendt som en del af Danmarks planlagte energiforsyning i regeringens energihandlingsplan, Energi 21 (Beuse, 2000). Derfor kan biogasanlæg siges at være en relativ ny energiforsynings-teknologi sammenlignet med at eksempelvis vindenergi har været brugt som energiforsynings-teknologi siden 1897 (Danmarks Vindmølleforening). Biogasanlæg har altså ikke været en del af den danske energiforsyning særlig længe og derfor blev projektgruppen nysgerrige på, at kigge nærmere på denne teknologi. Projektgruppen vil se på om biogasanlæg lever op til at være en vedvarende energiforsynings-teknologi der bidrager til et mere bæredygtig Danmark, eftersom at biogasanlæg ofte associeres med disse betegnelser (Nature Energy, n.d.; Gasfabio, n.d.). For nok fremstår biogasanlæg umiddelbart som en bæredygtig energiforsynings-teknologi, grundet at det omtales som CO₂-neutralt og bidrager til recirkulering af ressourcer (ibid.), men bidrager teknologien samtidig også til at visse ikke-bæredygtige samfundstendenser videreføres og lav biodiversitet, som følge af input fra gylle? Projektgruppen vil nemlig gerne undersøge om, input fra gylle kan siges at fastholde et landbrug baseret på kreaturer og hvilke konsekvenser det eventuelt vil have for jordens bæredygtighed og lav biodiversitet. Denne undren vil projektgruppen forsøge at komme til livs i projektet, for at sikre at biogasanlæg lever op til FN's verdensmål nummer 7 omkring en bæredygtig energiforsyning.

1.1.4 Opsummering

Projektet vil samlet set lave en kritisk analyse af et biogasanlæg, hvorefter det bliver muligt at konkludere, i hvor høj grad biogasanlæg er en bæredygtig energiforsynings-teknologi. Denne analyse tager udgangspunkt i at lave en evaluering indenfor Design Science Research (DSR),

hvormed et design eller teknologi evalueres ud fra om det lever op til intentionerne bag det. Altså i dette tilfælde undersøges det om biogasanlæg lever op til at være en bæredygtig energiforsynings-teknologi. Analysen og evaluering af biogasanlæg vil først og fremmest tage afsæt i projektgruppens tre valgte teorier; bæredygtighed, biodiversitet og cirkulær økonomi, men derudover vil metoderne, felttur til Solrød Biogas og ekspertinterview, ligeledes inddrages til at besvare problemformuleringen. Til at sikre sig at størstedelen af aspekterne i og omkring biogasanlæg afdækkes, benyttes Trin-modellen som guideline til dette.

1.2 Problemformulering

I hvilken grad er et biogasanlæg en energiforsynings-teknologi der bidrager til et mere bæredygtigt Danmark?

For at kunne besvare problemformuleringen, vil analysen operationaliseres gennem tre arbejdsspørgsmål, hvis hensigt er at bidrage til besvarelsen af om et biogasanlæg kan siges at være en bæredygtig energiforsynings-teknologi, en ikke-bæredygtig eller et sted midt i mellem. For at kunne besvare dette, skal der kigges på et biogasanlægs tekniske mekanismer og de cirkulære processer som omgiver det. Dermed bliver det muligt at undersøge, hvorvidt at de forskellige elementer i og omkring et biogasanlæg, hovedsageligt bidrager mest til et bæredygtigt Danmark eller om biogasanlæg på sigt vil indebære at have en modsat effekt. I forlængelse heraf, følger en diskussion, hvis formål er at diskutere om biogasanlæg også vil være en bæredygtig energi-forsynings-teknologi på sigt. Arbejdsspørgsmålene lyder som følger:

- 1.) *Hvilke tekniske mekanismer og cirkulære processer indgår der i et biogasanlæg?*
- 2.) *Hvor bæredygtig er et biogasanlæg set ud fra teorierne om bæredygtighed, biodiversitet og cirkulær økonomi?*
- 3.) *Vil biogasanlæg også være en bæredygtig energiforsynings-teknologi på sigt?*

1.3 Motivation

Vi vil gerne være den forandring som vi ønsker at se i verden og på den måde forsøge, at undgå at skulle leve i en verden, hvor klimaforandringernes konsekvenser ses og mærkes. Grundet dette ønsker vi at se en forbedring af klimavenlige tiltag og en større klima-prioritering som værende en grundlæggende værdi i samfundet. Klimaforandringerne påvirker vores dagligdag i form af dårlig samvittighed, frygt og magtesløshed m.m. Dette kan også kaldes for klimadepression. Depression omkring klimasituationen kender vi selv til i projektgruppen og vi er derfor enige om at der bør handles nu, eftersom at disse negative følelser påvirker ens livsglæde. Det er derfor en stor motivationsfaktor for os at skrive et projekt inden for klimafeltet. Både fordi at vi er følelsesmæssigt investerede i klimakrisen, men derudover også fordi at vi har en generel undren omkring; hvorvidt løsninger der umiddelbart fremstår som bæredygtige, i virkeligheden også er bæredygtige i alle ordets facetter. I nutidens samfund er vi nødt til at forholde os kritiske overfor de tiltag der foreslås henimod et bæredygtigt Danmark, for at sikre at disse tiltag også på sigt vil være bæredygtige. I projektarbejdet, ser vi det som værende væsentligt at kigge nærmere på *alle* elementerne af bæredygtige tiltag, for således at kunne sikre at disse tiltag ikke kun nødvendigvis er CO₂-neutrale, men også er bæredygtige i forhold til eksempelvis cirkulær økonomi. Vores projekt tager som sagt udgangspunkt i at lave en kritisk analyse af, hvorvidt et biogasanlæg bidrager til et bæredygtigt Danmark. Først var vores tanke; "at selvfølgelig var et biogasanlæg en bæredygtig energiforsynings-teknologi", fordi at biogasanlæg umiddelbart ofte bliver omtalt som CO₂-neutrale og som bidragende til cirkulær økonomi. Det viste sig dog at jo længere vi dykkede ned i emnet, jo mere begyndte vi at tvivle på om biogasanlæg nu også var så bæredygtige igen. Jo mere i tvivl vi blev, desto mere motiverede blev vi samtidig omkring udarbejdelsen af projektet, fordi at vi nu sad med en følelse af, at vi ikke vidste i hvilken retning projektet ville gå. Derved føler vi i højere grad at vores projekt bidrager til ny klimaforskning. Projektet kan nu faktisk gå hen og være med til at sikre, at vi nu også bevæger os hen imod et bæredygtigt Danmark, som er et meget stort ønske for os.

1.4 Begrebsafklaring

Begrebsafklaringen indeholder både begreber der vil blive brugt på en bestemt måde i projektet, samt begreber hvis fagudtryk kan synes svære eller nye for den almene læser. Derudover forklares også vigtige og relevante historiske begivenheder, som der refereres til i projektet. Alt i alt bidrager begrebsafklaringen til en øget forståelse indenfor det valgte fagområde. Nedenstående begreber brugt i projektet forklares kort og præcist med det formål, at udruste læseren med den nødvendige viden indenfor projektets afgrænsning, hvormed hensigten er at læseren opnår en bedre overordnet forståelse af projektet.

Parisaftalen

På klimakonferencen COP21, der fandt sted i Paris i 2015, indgik 196 medlemslande i FN's klimakonvention (UNFCCC) en juridisk bindende klimaaftale – nemlig Parisaftalen (Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, n.d.).

Brundtlandrapporten

Bæredygtighed og dermed også bæredygtig udvikling, blev først rigtigt sat på den internationale dagsorden, som følge af at rapporten “Vor Fælles Fremtid”, bedre kendt som Brundtlandrapporten, blev udgivet i 1987 (Miljø- og Fødevarestyrelsen, n.d.).

CO₂ neutral

CO₂-neutral er det princip, at en proces ikke udsender mere CO₂ i atmosfæren, end den har optaget. CO₂-frigivelsen i hele objektets levetid og ved alle processer i levetiden skal medregnes, derfor også hvad der måtte udsendes af CO₂ ved transport, opbevaring m.m. (Den Store Danske, 2017).

1.5 Specialets opbygning

Kapitel 1. Indledning

Dette kapitel giver læseren en introduktion til projektet, samt et overblik over projektets baggrund, formål, problemformulering, motivation og afgrænsning etc. Indledningen indeholder alt den nødvendige viden for at kunne tilgå det videre projekt. Dette kapitel giver et

generelt overblik over projektets opbygning og derfor er det essentielt at placere afsnittet i starten af projektet.

Kapitel 2. Teori

Projektgruppens valgte teorier bliver efter indledningen præsenteret og redegjort for i dette kapitel inden at de bruges som analyseredskaber senere i projektet. Det giver læseren en forståelse for projektets teoretiske plan. Dermed en forståelse for de teorier projektgruppen ser som nødvendige for at kunne besvare for problemformuleringen.

Kapitel 3. Biogasanlæg

Projektgruppen har valgt at tredje kapitel i projektet skal omhandle en generel redegørelse af den valgte teknologi, nemlig et biogasanlæg. Grundet at projektgruppen har valgt at udarbejde en kritisk analyse af biogasanlæg, ser projektgruppen det som essentielt med et helt kapitel der belyser projektets tekniske case. Det vil give læseren en fundamental forståelse for biogasanlæg som teknologi. Trinmodellen bliver også introduceret i dette kapitel, eftersom at analysen af vores tekniske case, et biogasanlæg, tager udgangspunkt i denne model. Trinmodellen er hverken en teori eller metode, men et redskab vi benytter til at sikre at alle aspekter af den valgte teknologi dækkes, hvorfor at Trin-modellen ikke præsenteres i teori eller metodekapitlerne. Desuden præsenteres design-tilgangen Design Science Research (DSR) ligeledes i dette kapitel, eftersom at afsnittet om DSR lægger op til de bagvedliggende årsager til projektgruppens valgte metoder. Projektgruppen bruger dog kun et ud af mange trin fra DSR-metoden omhandlende evaluering af et design, hvormed DSR i dette projekt ikke kan siges at bruges fyldestgørende som en komplet metode og derfor har projektgruppen valgt at den ikke kan stå for sig i metodekapitlet.

Kapitel 4. Metode

Projektgruppen har valgt at præsentere de valgte metoder i kapitel 4, da det medfører at læserens hukommelse omkring metoderne brugt i analysen, vil være opfrisket lige inden analysen påbegyndes. På den måde vil projektets empiriske data brugt i analysen kunne ses i perspektiv til hensigten med valget af disse metoder.

Kapitel 5. Biogasanlægs bæredygtighed

Analysen har vi valgt at placere efter vores introduktion til projektet og efter vores redegørelser af projektets teorier, valgte teknologi og metoder. De forstående kapitler er nødvendige for at læseren på en overskuelig måde kan forstå analysen, grundet at analysens formål og de valgte analyseredskaber allerede er blevet præsenteret i de første kapitler.

Kapitel 6. Diskussion

Diskussionen kommer efter analysen som følge af at projektgruppen her vil diskutere nogle af de analytiske pointer, som analysen medførte.

Kapitel 7. Konklusion

Konklusionen er afslutningen på projektet. Her samler projektgruppen op på projektets udbytte og pointer, hvormed en konklusion kan finde sted. Konklusionen vil således besvare hele projektets problemformulering.

Kapitel 8. Afslutning

Dette kapitel har til formål at samle opsummerer hele projektets grundlag. En litteraturliste findes her, hvormed dette projekt er skrevet på baggrund af. Ligeledes findes der øvrige bilag, såsom en interviewguide, hele interviewet med Danmark Naturfredningsforening og andre relevante figurer.

1.6 Afgrænsning

Projektet afgrænses til at omhandle en kritisk analyse af, hvorvidt et biogasanlæg kan siges at være en bæredygtig energiforsynings-teknologi, set ud fra vores valgte teorier om bæredygtighed, biodiversitet og cirkulær økonomi. Dette projekt afgrænses derfor til at have en mere teknisk og naturvidenskabelig indgangsvinkel, hvorved et biogasanlæg kan evalueres ud fra om teknologien opfylder intentionerne bag designet; nemlig at biogasanlæg bør bidrage til et bæredygtigt Danmark som påpeget i problemfeltet. Med dette menes der at biogasanlæg evalueres ud fra teknologiens positive og negative påvirkning af jordens bæredygtighed. På baggrund heraf kan der derefter tages en beslutning omkring, hvor optimalt det er at implementere flere biogasanlæg og om biogasanlæg har en fremtid i Danmarks energinet.

Projektgruppen ønsker at kigge nærmere på steppet *før* implementeringen og planlægningen af biogasanlæg, hvorfor projektet heller **ikke** vil komme ind på landets politik, økonomi og borgeraccept, samt *alle* de omkringliggende aktører. Kun relevante aktører der har indflydelse på biogasanlæg som en bæredygtig energiforsynings-teknologi afdækkes. Ovenstående samfundsforhold og øvrige aktører der ikke har en afgørende effekt på bedømmelsen af biogasanlægs bæredygtighed, vil ikke blive belyst i dette projekt. Såfremt at biogasanlæg viser sig at være en hovedsageligt bæredygtig energiforsynings-teknologi, vil det efterfølgende step være at kigge på de nævnte samfundsforhold, samt at kortlægge alle de omkringliggende aktører, der har indflydelse på den videre implementering og planlægning af biogasanlæg. Teorien om sociotekniske systemer ville projektgruppen her argumentere for, ville være en indlysende teori at benytte til kortlægningen af alle aktører, der har relevans for implementering og planlægning af et biogasanlæg.

I diskussionen afgrænses projektet til at omhandle, hvorvidt at biogasanlæg også vil være en bæredygtigt energi-forsyningsteknologi på sigt. Dette vil sættes i perspektiv til hvorvidt, at biogasanlæg kan siges at bakke op omkring andre ikke-bæredygtige samfundstendenser. Blandt andet vil der blive diskuteret om Danmark bør have en brændstofdrevet transportsektor frem for el, samme mængde madspild frem for en mindsning af den og til sidst, samme landbrugssektor baseret på kreaturer frem for et mere plantebaseret landbrug.

1.7 Semesterbinding

Formålet med semesterbindingen er at der her argumenteres for, hvordan de to valgte dimensioner inkluderet i projektet hver især er opfyldt. Eftersom at projektet ikke vil komme ind på de mere sociale aspekter og har en overvejende teknisk tilgang til projektet, er valget faldet på dimensionerne Teknologiske Systemer og Artefakter, samt Design og Konstruktion. Årsagerne til disse tilvalg bliver yderligere forklaret i nedenstående afsnit.

1.7.1 Dimensionen: Teknologiske Systemer og Artefakter (TSA)

TSA-dimensionen kommer til udtryk i dét, at hele projektets formål er at analysere en selvvalgt teknologi. Dette projekt analyserer, om biogasanlæg kan siges at være en bæredygtig energiforsynings-teknologi, ved blandt andet at bedømme, hvor bæredygtige biogasanlægs indre mekanismer og omkringliggende processer i virkeligheden er. Heraf kigges der nærmere

på, hvilke tilsigtede og utilsigtede effekter der udledes fra disse mekanismer og processer i og omkring et biogasanlæg. Ved at benytte alle Trin-modellens seks trin, sikres det at projektet indbefatter en dybdegående, teknisk forklaring af et biogasanlæg, hvorfra en analyse af vores selvvalgte teknologi kan udspringe fra.

1.7.2 Dimensionen: Design og Konstruktion (D&K)

Projektgruppen har valgt Design og Konstruktion som projektets anden dimension, grundet at dimensionens teorier og tilgang fandtes relevante for besvarelsen af projektets problemformulering. Til analysen af, hvorvidt et biogasanlæg er en bæredygtig energiforsynings-teknologi, tages der udgangspunkt i at lave en evaluering af et eksisterende design, set ud fra om designet opfylder intentionerne bag. Altså i det her tilfælde; om biogasanlæg lever op til at være en bæredygtig energiforsynings-teknologi. Når der arbejdes indenfor Design Science Research (DSR) er det nemlig vigtigt at foretage sådanne formative eller summative evalueringer af designs. DSR vil blive uddybet længere nede i kapitel 3, hvoraf det også fremgår at projektgruppens valgte evalueringsmetode inden for DSR hovedsageligt tager form af et ekspertinterview. Derudover benyttes også teorien om *cirkulær økonomi* fra dimensionen, eftersom at denne teori er med til at understøtte hvad projektgruppen forbinder med et bæredygtigt Danmark.

Kapitel 2. Teori

Følgende teorier er valgt ud fra deres relevans i forhold til at kunne besvare problemformuleringen bedst muligt. Ud fra teorierne, samt vores metoder som vil blive belyst i et senere kapitel; er det muligt at analysere os frem til, hvorvidt at et biogasanlæg kan siges at være en energiforsynings-teknologi der bidrager til et bæredygtigt Danmark. Teorierne om bæredygtighed, biodiversitet og cirkulær økonomi er alle teorier som har indflydelse på ønsket om et bæredygtigt Danmark. Faktisk hører teorierne om biodiversitet og cirkulær økonomi ind under teorien om bæredygtighed. Projektgruppen argumenterer dog for at teorierne biodiversitet og cirkulær økonomi står for sig grundet, at den valgte teori om bæredygtighed ikke går i dybden med hverken biodiversitet eller cirkulær økonomi. Dermed var det nødvendigt at finde andre kilder til beskrivelsen af disse teorier, men det understreges at alle teorierne tilsammen udgør kriterier for at opnå bæredygtighed.

2.1 Bæredygtighed

Igennem hele teoriafsnittet omhandlende bæredygtighed, vil der blive redegjort for Sven Erik Jørgensens definition af bæredygtighed, ud fra hans bog *Bæredygtighed: Naturen viser vejen*. Jørgensen er professor emeritus i miljøkemi ved Københavns Universitet og derudover har han formået at opstille en måde, hvorpå bæredygtighedens udvikling kan beregnes. Disse beregninger kan i grove træk bruges til at illustrere redueringen eller forøgelsen af bæredygtigheden på kloden. Teorien om bæredygtighed er med til at give en forståelse for, hvordan der kan sættes tal på bæredygtighed, samt giver teorien en mere matematisk firkantet forståelse af bæredygtighedens udvikling. Hensigten med denne teori er at sætte en mere alvorlig og systematisk dagsorden på banen, hvor miljøet er i fokus.

2.1.1 Introduktion til bæredygtighedsbegrebet

Jørgensens definition af bæredygtighed tager udgangspunkt i Brundtland-rapporten. I rapporten defineres en bæredygtig udvikling som værende en udvikling, der opfylder nulevendes behov uden at det sker på bekostning af fremtidige generationers mulighed, for at få opfyldt samme behov (Jørgensen, 2009). En mere konkret definition af bæredygtighed, kan udledes ud fra nedenstående tre kriterier beskrevet i Brundtlands-rapporten, som Jørgensen referer til:

- *"Fornyelige naturressourcer såsom træ, fisk, vand, luft osv. ikke må anvendes hurtigere, end de fornyes."*
- *"Ikke-fornyelige ressourcer ikke må anvendes hurtigere, end at alternativer i god tid er udviklet."*
- *"Udledning af forurening til omgivelsernes skal afpasses den hastighed, hvormed økosystemerne kan nedbryde eller opsuge forureningen."* (Jørgensen, 2009, s. 19).

Alle tre kriterier skal være opfyldt for at kunne definere noget som værende oprigtigt bæredygtigt. Ved at dykke længere ned i Jørgensens teori om bæredygtighed, der som sagt tager udgangspunkt i Brundtlands-rapporten, bliver det muligt at finde ud af; hvorvidt nulevende mennesker efterlader jorden med samme mængde ressourcer til rådighed for næste generation, som da de selv modtog den. *"Kun ved at aflevere jorden med den samme kapital af arbejdsenergi, som vi har modtaget den af vores forældre, giver vi den næste generation de samme muligheder for at tilrettelægge sit liv, som vi har haft til at tilrettelægge vores liv"* (Jørgensen, 2009, s 16). Dette citat repræsenterer kernen af Jørgensens teori. Nemlig det at jordens samlede kapital af arbejdsenergi er direkte afgørende for jordens bæredygtighed, hvilket vil blive uddybet senere i teoriafsnittet. Det vigtige at forstå til en start er blot, at jordens bæredygtighed ifølge Jørgensen kan udregnes ved at finde frem til jordens samlede kapital af arbejdsenergi. Dermed er det lettere at estimere, hvorvidt nulevende mennesker kan overlevere jorden til næste generation med god eller dårlig samvittighed, set ud fra om den næste generation har samme mulighed for benyttelse af jordens tilgængelige ressourcer.

2.1.2 Stærk eller svag bæredygtighed

Jørgensen skelner mellem en stærk og svag bæredygtighed, eller som han også kalder det; en idealistisk og realistisk bæredygtighed.

En stærk eller idealistisk bæredygtighed betyder, at den næste generation vil kunne leve under *præcis* samme forhold som os nulevende. Denne forståelse indikerer at der skal være lige nøjagtigt den samme mængde ressourcer til rådighed på jorden til næste generation, som den pågældende generation har haft glæde af. Altså er det vigtigt ikke at bruge jordens ressourcer hurtigere, end at ressourcerne fornyes igen. Stærk bæredygtighed kan kun lade sig gøre ved en 100% recirkulation af alle jordens ressourcer, herunder også af jordens umiddelbart ikke-fornyelige ressourcer som eksempelvis kul og metaller. Det er angiveligt ikke muligt at opnå en stærk bæredygtighed i praksis, grundet at 100% recirkulation eller genbrug ikke er muligt

ifølge naturens love (Jørgensen, 2009). Der vil nemlig stort set altid gå ressourcer tabt ved *menneskelig* transformering af jordens ressourcer, hvilket vil blive uddybet i næste teoriafsnit omhandlende cirkulær økonomi.

Svag bæredygtighed indikerer omvendt, at næste generation *ikke* vil have samme ressourcer til rådighed som forrige generation havde. Det vil sige at der sker en reducere af bæredygtigheden i form af, at vi udnytter jordens ressourcer hurtigere end de kan nå at fornyes. Selvom bæredygtigheden fremstår forholdsvis svag på globalt plan, så kan vi mennesker være med til at ændre denne tendens. Når menneskeheden tilegner sig ny viden, information eller opretter nye strukturer i samfundet, er det muligt at ændre menneskeheden til en mere bæredygtig en. Menneskeheden vil forhåbentlig med tiden kunne opnå at kompensere fuldstændigt for deres høje energi- og materialeforbrug, ved at bruge ny viden til at skabe større bæredygtighed i samfundsstrukturen, eksempelvis ved større recirkulation af jordens ressourcer (Jørgensen, 2009, s. 19-20).

2.1.3 Beregning af bæredygtighed

Ifølge Jørgensen er det vigtigt at få sat tal på bæredygtigheden, for dermed at kunne besvare spørgsmål såsom:

”Giver de teknologiske landvindinger en gevinst i bæredygtighed, som kan ophæve vores pres på og forbrug af ikke-fornyelige ressourcer som fossilt brændsel eller metaller? Kun ved at beregne på bæredygtighed kan vi besvare spørgsmålet. Hvor meget ændrer vores aktiviteter bæredygtigheden? Hvor meget forbruger vi af bæredygtighedskapitalen ved vores handlinger?” (Jørgensen, 2009, s. 14-15).

Jørgensen mener at vi ved at beregne bæredygtigheden kan få svar på, hvorledes menneskelige aktiviteter kan påvirke udviklingen af jordens bæredygtighed negativt. To vigtige begreber i udregningen af bæredygtighed er *arbejdsenergi* og *arbejdskapital*. Som nævnt tidligere i teoriafsnittet, er mængden af jordens samlede kapital af arbejdsenergi afgørende for jordens overordnede bæredygtighed, hvilket også omtales som jordens bæredygtighedskapital. Jordens arbejdskapital dækker altså over jordens samlede mængde af arbejdsenergi. Jordens arbejdskapital, forkortes til GAK (Global Arbejdsenergi kapital). Denne arbejdsenergi lagret i jordens organismer og materialer, er bidragende til jordens bæredygtighedskapital. Derudover kan jordens arbejdskapital deles op i to sektioner, nemlig NAK (Naturlig Arbejdskapital) og SAK (Samfundsskabt arbejdskapital).

Arbejdskapitalen som råder over hele naturen og alt hvad den indebærer, kalder Jørgensen for *naturens* arbejdskapital, hvilket han forkorter til NAK. Naturens arbejdskapital dækker over den fortrinsvis kemiske arbejdsenergi, som er lagret i alle naturens stoffer (Jørgensen, 2009, s. 15). Naturens stoffer dækker blandt andet over olie, gas, kul, mineraler, korn, grønsager, frugt, regnskove, planter og træer.

Derudover findes den *menneskeskabte* arbejdskapital, der forkortes SAK. Den menneskeskabte arbejdskapital dækker over den menneskeskabte eller samfundsskabte arbejdsenergi, der eksempelvis findes i form af lufthavne, motorveje, hospitaler, bogstaver i en bog, film m.m. SAK dækker over de positive resultater udledt af menneskeskabte aktiviteter (Jørgensen, 2009, s. 15 - 16).

Både NAK og SAK indeholder arbejdsenergi, som bidrager positivt til jordens bæredygtighedskapital. Arbejdsenergien er nemlig en indikator for større bæredygtighed. Altså skal de to former for arbejdskapital ikke relateres til de processer, der er med til at reducere jordens bæredygtighedskapital. NAK og SAK forholder sig enten neutral i forhold til jordens bæredygtighedskapital eller direkte styrker den. Når jordens bæredygtighedskapital omvendt reduceres, så sker det grundet tab af ovenstående arbejdsenergi. Nedenstående citat fra Jørgensen eksemplificerer dette:

"Tab af arbejdsenergi kan beregnes, når vi anvender fossilt brændsel, fælder skov, fisker for mange fisk og udvinder mineraler. Gevinsten i arbejdsenergi kan ligeledes beregnes, når vi restaurerer et vandløb, bygger en domkirke eller øger vores viden. Struktur, orden og information har et indhold af arbejdsenergi, fordi det kræver en arbejdsindsats at etablere en struktur eller orden og at skaffe information." (Jørgensen, 2009, s. 15).

Citatet kan siges at handle om beregninger af redueringen eller forøgelsen af jordens bæredygtighedskapital. Når jorden bliver frarøvet dens arbejdsenergi lagret i NAK hurtigere end at jorden kan nå at reproducere denne arbejdsenergi, så reduceres jordens bæredygtighedskapital.

Omvendt kan jordens bæredygtighedskapital styrkes igen, ved at kompensere for den arbejdsenergi NAK frarøves. Som nævnt tidligere i teoriafsnittet, kan menneskeheden ved at tilegne sig ny viden, oprette nye og mere bæredygtige strukturer i samfundet, hvilket kan gøre menneskers livsstil mere bæredygtig og dermed øge SAK. En konkret måde hvorpå vi mennesker kan styrke jordens bæredygtighedskapital, kan eksempelvis ske ved plantning af

samme- eller en øget mængde af de træer og planter, som vi mennesker kontinuerligt frarøver NAK.

Problemet er bare at effekten af den nødvendige arbejdsenergi som træer og planter modtager fra solen ikke sker hurtigt nok, i forhold til menneskers trang til at udnytte disse træer og planter som ressourcer i samfundet. Mennesker høster derfor træer og planter der direkte styrker jordens bæredygtighedskapital, hurtigere end virkningen fra solens arbejdsenergi får de nye træer og planter til at vokse.

Derfor er det ikke altid nok blot at styrke NAK, for så længe befolkningstilvæksten er stigende, des flere ressourcer vil menneskeheden berøve naturen for i et alt for hurtigt tempo. Det er altså essentielt at SAK samtidig øges for at bibeholde jordens bæredygtighedskapital, hvilket Jørgensen understøtter i følgende citat: *"NAK reduceres år for år på grund af vores for store forbrug af jordens ressourcer, mens SAK (forhåbentligt) øges, svarende til de positive resultater af de menneskeskabte aktiviteter"* (Jørgensen, 2009, s. 16). Eftersom at det menneskelige forbrug af naturens arbejdskapital er højt, er det som sagt vigtigt at den menneskeskabte arbejdskapital samtidig øges. Dette kan eksempelvis ske i form af at mennesker bliver bedre til at hjælpe naturen på vej med dets ressource-genoprettelse, men forøgelsen af SAK må også indebære at ny viden og information kan bidrage til et langt mere bæredygtigt forbrug.

Jørgensen mener derfor at jordens bæredygtighedskapital kan beregnes ved at lave en samlet opgørelse over tilstedeværelsen af henholdsvis NAK og SAK på jorden, således er det nemmere at holde øje med stigning eller fald af jordens bæredygtighed. Som nævnt tidligere kan jordens samlede mængde af arbejdsenergi, altså jordens samlede arbejdskapital eller bæredygtighedskapital, forkortes til GAK. Så kort sagt udgør summen af NAK og SAK tilsammen GAK. Ved hjælp af de tre introducerede begreber NAK, SAK og GAK, er det dermed muligt at opstille en formel for at kunne finde ud af, hvorvidt bæredygtigheden øges eller reduceres:

NAK (Naturens Arbejdskapital) + SAK (Samfundsskabt Arbejdskapital) = GAK (Global Arbejdsenergikapital)

Formlen kan måske synes en smule forvirrende, men den vigtigste pointe er dog blot, at jo højere en værdi GAK har, des stigende er bæredygtigheden og omvendt er jordens bæredygtighed faldende ved en lav værdi af GAK. Det kan være svært at overskue det samlede

regnskab for jordens bæredygtighed, men Jørgensens metodik giver mulighed for at kategorisere vores handlinger i forhold til, om den generelle bæredygtighed øges eller reduceres ved en given, hovedsageligt menneskelig, adfærd. Ved at kunne beregne jordens bæredygtighedskapital, bliver det dermed nemmere at bevare jordens bæredygtighedskapital, samt genopbygge jordens arbejdsenergi i perioder, hvor jordens bæredygtighed synes faldende.

2.1.4 Bogholderi af den globale bæredygtighed

Jørgensen opstiller en oversigt over, hvilke aktiviteter der får jordens bæredygtighedskapital til at øges eller reduceres, som han kalder for et bogholderi af den globale bæredygtighed (Bilag 1). Bogholderiet illustrerer dermed, hvordan henholdsvis NAK og SAK øges eller reduceres ved forskellige aktiviteter.

De øverste tre sektioner i bogholderiet omhandler NAKs respons på forskellige aktiviteter, hvoraf de to hovedpointer er som følger; økosystemer der omlægges til menneskelige aktiviteter eller forurenes, samt brug af ikke-fornyelige ressourcer, medfører en reducere af bæredygtigheden. Ydermere belyser skemaet også, hvordan at bæredygtigheden øges når økosystemer bliver restaureret eller ved brug af fornyelige ressourcer. Det er også vigtigt at nævne, hvordan at bogholderiet understreger at fossile brændsler reducerer bæredygtigheden og at al forurening er skadeligt for bæredygtighedskapitalen. Drivhusgasserne CO₂ og metan, som dette projekt hovedsageligt har fokus på, er derfor ikke bidragende til større bæredygtighed.

De nederste 3 sektioner omhandler SAKs respons på forskellige aktiviteter, hvoraf de to hovedpointer er som følger; bæredygtigheden stiger i form af tilegnelsen af ny viden, forskning og uddannelse, samt ved produktionen af produkter, byggeri og infrastruktur. Når bæredygtigheden øges inden for SAK grundet ny viden, baner det vej for en mere bæredygtig tilgang til vores måde at leve på, som skåner arbejdsenergien lagret i NAK. Modsat reduceres bæredygtigheden ved alt slags forbrug, samt ved slid af eksisterende produkter, byggerier og infrastruktur.

Bogholderiet fortæller os således i grove træk, hvordan jordens bæredygtighedskapital kan øges eller reduceres år for år inden for de forskellige områder, som følge af hovedsageligt menneskelige aktiviteter.

2.2 Biodiversitet

Biodiversitet kan siges at høre ind under ovenstående teori om bæredygtighed, men grundet at Sven Erik Jørgensen ikke afdækker emnet fyldestgørende, har projektgruppen valgt at lave et nyt separat afsnit til teorien om biodiversitet. Afsnittet repræsenterer hvad biodiversitet er, hvilke økosystemtjenester der findes, samt hvad der skal til for at sikre naturens biodiversitet ud fra rapporten ”Danmarks Natur Frem mod 2020 – Om at stoppe tabet af biologisk mangfoldighed” udarbejdet af Den Grønne Kontaktudvalg.

2.2.1 *Hvad er biodiversitet*

Der er gennem årene forsket meget i den indbyrdes afhængighed mellem de enkelte arter i et givet økosystem. De enkelte elementer i et økosystem spiller givetvis en rolle, men det er svært på forhånd at vide, hvor mange arter eller elementer, der kan forsvinde, før et givet system bryder sammen, bliver ustabil eller grundlæggende skifter karakter. Mennesker indgår på lige fod med andre arter på jorden og er ligesom disse afhængige af naturen, der leverer ren luft, ressourcer, livskvalitet m.m. Enhver forringelse i de økosystemer vi indgår i, hvoraf nogle har global udbredelse, udgør således en risiko. Det er derfor essentielt at bevare og beskytte den biologiske mangfoldighed, nemlig biodiversiteten, i naturens liv og levesteder. Dette henvender sig til alt fra mikroorganismer og svampe, til insekter, planter og dyr og deres levesteder (Det Grønne Kontaktudvalg, 2012).

Dette afsnit tager som sagt udgangspunkt i rapporten ”Danmarks Natur Frem mod 2020 – Om at stoppe tabet af biologisk mangfoldighed”. Den er udarbejdet af det ”Grønne kontaktudvalg” der består af organisationer, hvori 42 universitetsforskere og andre fagfolk har skrevet rapporten. Rapportens kerne omhandler hvordan tabet af naturens mangfoldighed kan stoppes inden 2020. *”På trods af en yderst dramatisk negativ udvikling for den danske natur, har Danmark gjort meget lidt for at leve op til egne målsætninger i Biodiversitetskonventionen fra 1992 om at stoppe tabet biologisk mangfoldighed”* (Det Grønne Kontaktudvalg, 2012, 4). Da Danmark ikke har levet op til ovenstående mål, er sagen blevet gjort mere alvorlig. I Nagoya, Japan, i oktober 2010 til Biodiversitetskonventionens COP 10, blev der enighed om i det internationale samfund at forlænge fristen om at stoppe tabet af biologisk mangfoldighed til 2020. EU har efterfølgende sluttet sig til fristen og pålagt medlemslandene at udarbejde delmål og handlingsplaner for at kunne gå de næste 10 år i møde. Disse handlingsplaner og strategier

som skal fungere både på land og hav, skulle som udgangspunkt være under implementering i 2015.

Gevinster og fordele hos mennesket har i høj grad været på bekostning af tabet af mangfoldigheden af biodiversitet. Som følge heraf er der skabt forandringer fra et naturlandskab til et kulturlandskab.

”Biodiversiteten er fundamentet i økosystemerne og defineres som variationer mellem alle levende organismer på økosystemets- og genniveau i såvel det terrestriske som det ferske og marine vandmiljø. Biodiversiteten er således forudsætningen for de goder, vi kan hente, opleve eller få herfra. Det gælder bl.a. helt basale livsnødvendigheder som føde, rent drikkevand, fibre og træ” (Det Grønne Kontaktudvalg, 2012, s. 15).

Essensen af ovenstående beskrivelse af biodiversitet, er at biodiversiteten ses som værende livsnødvendigt og har stor forudsætning for at vi mennesker kan trives og opnå ressourcer deraf. De stigende forandringer inden for landbrug, den øgede fødevarerproduktion og andre menneskeskabte forandringer har ført til dramatiske ændringer i økosystemerne, hvor de fleste af forandringerne har ført til omfattende tab af biodiversitet.

I FN’s Millennium-vurdering af verdens økosystemer “Ecosystems and Human Well-Being, Biodiversity Synthesis”, også kaldet MEA 2005a, undersøges forbindelsen mellem menneskers livskvalitet og de tjenester vi får fra økosystemerne. Her indikerer vurderingen, at der bliver skelnet mellem fire økosystemtjenester:

- *”De **forsynende** som indeholder føde, drikkevand og tømmer”*
- *”De **regulerende** som bl.a. regulerer klima, vand, luft, insektbestøvning og bekæmper skadedyr”*
- *”De **kulturelle** som genererer æstetiske, spirituelle og rekreative goder”*
- *”Og endelige de **opretholdende** som understøtter de andre tjenester i form af næringsstofkredsløb, fotosyntese og jorddannelse.”* (Det Grønne Kontaktudvalg, 2012, 15).

Forbindelsen mellem de forsynende økosystemtjenester og vore livskvalitet er stærk. Millennium-vurderingen konstaterer at mange mennesker indirekte har nydt godt af ændringer

i økosystemerne, selvom det har været på bekostning af tabet af biodiversitet. Tabet af biodiversitet har fundet sted sideløbende med den spirende vækst inde for menneskers økonomi. Overskuddet fra fiskeri, landbrug og skovbrug har været essentielt og afgørende for den menneskeskabte industri og økonomiske vækst.

2.2.2 Hvordan sikres naturen og dens biodiversitet

På baggrund af rapporten konkluderer Det Grønne Kontaktudvalg at:

- For at arter og processer kan opretholde sig selv, er det vigtigt at give naturen plads. De skal have store sammenhængende arealer. Dette kan give bedre overlevelsesmuligheder for den eksisterende biodiversitet. Den vil dermed blive mere robust overfor de forventede klimaforandringer. Dette kan opnås ved at; *”fremme ekstensiv landbrugsdrift, naturpleje og tage landbrugsarealer ud af drift, som i realiteten er underskudsgivende”*. (Det Grønne Kontaktudvalg, 2012, 5).
- Der skal sikres en specifik og målrettet indsats for sjældne og truede arter, da de kun kan leve under særlige vilkår og levesteder, hvormed de derfor er mere sårbare. *”Man hjælper ikke biodiversitet med svage nationalparker, næringsstoffokuserede vandmiljøprojekter, tilfældige skovrejsning og andre generelle indsatser.”* (ibid.).
- Målrettet indsats, visioner og ambitioner er essentielt for at biodiversiteten skal kunne trives. *”Hvis der er fire betingelser for, at biodiversiteten i et område kan trives, så får man ikke nødvendigvis den halve effekt ved at efterleve de to, men ofte ingenting.”* (ibid.).
- Den mest sårbare, sjældne og truede biodiversitet kan være besværlig at forene med produktionsøkonomiske interesser i driften af levestederne. *”Normal kræves så stor hensyntagen til naturværdierne, at arealer enten bør sikres med stærke fredninger eller forvaltes af offentlige myndigheder eller ejere, hvis hovedformål med ejerskabet er naturforvaltning.”* (ibid.).
- Der mangler viden og overvågning af den danske natur og biodiversitet, dette er barrierer samt effekten af måden naturen forvaltes på. *”Der således hårdt brug for naturforvaltere med såvel biologisk som praktisk baggrund lokalt og nationalt.”* (ibid.).

Alt i alt er det derfor vigtigt at følge alle fire økosystemtjenester for at opnå høj biodiversitet. Det er derfor ikke godt nok, såfremt at eksempelvis kun to ud af de fire økosystemtjenester følges. Derudover er det vigtigt at tage ovenstående udsagn i betragtning for at sikre naturen og dens biodiversitet.

2.3 Cirkulær økonomi

På trods af at cirkulær økonomi kan siges at høre ind under teorien om bæredygtighed, så er det i projektet en teori for sig. Dette begrundes i at Sven Erik Jørgensens teori om bæredygtighed er en overordnet teori om ressource-balancen på kloden der ikke går i dybden med cirkulær økonomi. Jørgensens teori hævder desuden, at 100 procent recirkulering ikke er muligt og at der stort set altid vil gå ressourcer tabt ved menneskelig transformering af jordens ressourcer. Kun det naturlige kredsløb lever op til 100 procent degenerering af ressourcer, hvilket vi mennesker stræber efter at efterligne. Cirkulær økonomi kan siges at være en teori der muliggør struktureringen af en fremadrettet model for, hvordan Sven Erik Jørgensens definition af idealistisk stærk bæredygtighed opnås mest muligt. Hele teoriafsnittet om cirkulær økonomi bygger på Ellen MacArthur Foundations artikel omhandlende denne teori, kaldet "Concept - What is a circular economy? A framework for an economy that is restorative and regenerated by design". Grundet at førnævnte artikel redegør for cirkulær økonomi forholdsvis kortfattet, vil vi yderligere supplere med en anden kilde. Vuggetilvugge.dk kan kaldes for den danske version af designkonceptet "cradle to cradle", hvilket også blev belyst tidligere i begrebsafklaringen. Cradle to Cradle Products Innovation Institute har et meget tæt samarbejde med Ellen MacArthur Foundation, dermed argumenterer projektgruppen for validiteten af at bruge mere end en enkelt kilde til teoriafsnittet, eftersom at begge kilder har samme ophav.

2.3.1 Introduktion til cirkulær økonomi

Vores samfund har været domineret af lineær økonomi igennem længere tid. Lineær økonomi går kort fortalt ud på, at de ressourcer vi udvinder fra naturen produceres og fremstilles af virksomheder med det formål, at produkterne sælges videre til forbrugere. Så snart forbrugerne ikke vil benytte produkterne længere, bliver produkterne smidt ud som affald, i stedet for at ressourcerne fra produkterne genbruges (Ellen MacArthur Foundation, n.d.). Denne måde at udnytte jordens ressourcer på er problematisk, eftersom at jordens ressourcer i dag er udtyndede

som følge af det store overforbrug, som vi mennesker har skabt på globalt plan. Den store mængde affald som den lineære økonomi frembringer, kan anses som spildte ressourcer, grundet at det i stedet kunne genbruges, hvormed det som mennesker tidligere så som værende affald, i stedet bliver set som værdifulde ressourcer. Ellen MacArthur Foundation argumenterer: “Looking beyond the current take-make-waste extractive industrial model, a circular economy aims to redefine growth, focusing on positive society-wide benefits” (Ellen MacArthur Foundation, n.d.). Som artiklen belyser, er cirkulær økonomi et bæredygtigt alternativ til en “køb og smid-ud kultur”, hvor der forsøges at redefinere ressourcernes betydning. Således skabes der gevinster for samfundet. Cirkulær økonomi genbruger ressourcerne, hvorved enten hele produktet eller dele af produktet genbruges i et kontinuerligt kredsløb.

I artiklen argumenterer Ellen MacArthur, at selvom samfundet fandt mulige løsninger til at begrænse det globale overforbrug, ville cirkulær økonomi stadigvæk udgøre en bedre vej til samfundsmæssige- og miljøforbedringer. Dette skyldes at der ved cirkulær økonomi genbruges de mange ressourcer og produkter, der ved lineær økonomi ville gå tabt. Ellen MacArthur opstiller tre overordnede principper for implementeringen af cirkulær økonomi: *“Design out waste and pollution, Keep products and materials in use, Regenerate natural systems”* (Ellen MacArthur Foundation, n.d.). Det som menes ved første grundprincip, er at benytte designmuligheder til det formål at udfase ideen om affald, samt reducere forurening i samfundet. Det er et stort ønske at stræbe hen imod så stor CO₂-neutralitet som muligt. Dette kan tilstræbes ved genbrug, recirkulering og længere holdbarhed af ressourcer, altså cirkulær økonomi. Derved kan samfundsmæssige- og miljøforbedringer opnås. Andet grundprincip omhandler genbrug af produkter og materialer, hvorved ressourcernes levetid forlænges. Det tredje grundprincip går ud på at regenerere og genskabe de naturlige ressourcer vi tager fra naturen, så der er balance mellem naturens produktion og menneskers forbrug.

2.3.2 Cradle to Cradle

Ellen MacArthur samarbejder med Cradle to Cradle Products Innovation Institute, som er et designkoncept der inspireres af MacArthurs teori om cirkulær økonomi. Cradle to Cradle opstod i 1970'erne som et oprør mod den traditionelle tankegang “cradle to grave”, hvilket vil sige forbrug af ressourcer, hvorefter de smides ud. Deres formål er at bidrage til en løsning der omhandler at produktion og forbrug skaber en positiv effekt for både økonomi, miljø og mennesker (Vugge til Vugge, n.d.). Cradle to Cradle er inspireret af MacArthurs teori om

cirkulær økonomi, hvormed de opstiller fire principper for, hvordan MacArthurs andet grundprincip om genbrug af produkter og materialer kan realiseres. Principperne er udarbejdet specifikt for at øge ressourcernes levetid ved enten at genbruge produkterne, give produkterne længere holdbarhed eller omdanne ressourcerne til nye produkter. Dermed redefineres ressourcernes værdi. Cradle to Cradles principper er som følger; den nære cirkel, langvarig cirkulation, gentagen genanvendelse og den rene cirkel.

Den nære cirkel er det første princip der præsenteres. Det sætter fokus på at minimere brugen af nye ressourcer ved genanvendelse af allerede producerede produkter. Jo mindre energi det kræver at omdanne produktet til ny benyttelse, jo flere ressourcer bliver sparet.

Langvarig cirkulation tager udgangspunkt i fordelene ved at produkter kan florere længere varigt i den cirkulære model. Eksempelvis kan et produkt være langtidsholdbart i sig selv, men gennem vedligeholdelse eller udskiftning af forskellige dele, altså reparation, kan produktet cirkulere i samfundet i længere tid og besparelser af ressourcer vil opnås.

Gentagen genanvendelse. Materialer og ressourcers skal genanvendes op til flere gange for at udnytte ressourcernes fulde potentiale.

Rene cirkler omhandler bevarelsen af råstoffers kvalitet og renhed. Ved at omdanne råstoffer, indskrænkes ressourcernes mulighed i at indgå i andre sammenhænge. Jo mindre ressourcerne er omdannet, jo større værdi og mulighed for udnyttelse skabes der (Vugge til Vugge, n.d.).

Ellen MacArthur og Cradle to Cradles principper, kan der argumenteres for er væsentlige redskaber til at opnå cirkulære økonomiske fordele. Derfor skabes der et opgør med den traditionelle lineære økonomi.

Naturen er et bevis på at cirkulære kredsløb ikke er en ny og menneskelig opfindelse, men et kredsløb som altid har eksisteret. Naturens cirkulære kredsløb har inspireret mennesket til at efterligne denne cyklus i det menneskeskabte samfund, hvormed intet og ingen ressourcer går til spilde, men derimod giver næring til hinanden. I naturens cirkulære kredsløb, bliver eksempelvis insekter spist af fugle, fuglene bliver derefter spist af større rovdyr. Når rovdyrene så dør, bliver de til næring for diverse planter og insekter, hvorefter kredsløbet vil gentage sig. Ved cirkulær økonomi skal der tages ved lære af naturens kredsløb. Denne viden fra naturens kredsløb skal være med til at øge genbrug og recirkulation af samfundets ressourcer lige så

optimalt. Dette grundet et ønske om at der opstår en ligeså god ressource-balance i det samfundsskabte kredsløb, som i naturens kredsløb. På den måde kan vi mennesker undgå at påvirke jordens bæredygtighed negativt.

Ifølge Ellen MacArthur skelner den cirkulære model mellem det biologiske og tekniske kredsløb:

“Consumption happens only in biological cycles, where food and biologically-based materials (such as cotton or wood) are designed to feed back into the system through processes like composting and anaerobic digestion. These cycles regenerate living systems, such as soil, which provide renewable resources for the economy.” (Ellen MacArthur Foundation, n.d.).

I det *biologiske* kredsløb indgår fødevarer og andet bionedbrydeligt materiale, hvilket er ressourcer der er naturligt designet, til at kunne regenereres på jorden. Efter fødevarerne og det bionedbrydelige materiale har været igennem processer, såsom kompostering og anaerobe processer, vil naturlige levende systemer, som eksempelvis jord, blive regenereret for derved at kunne forsyne økonomien med vedvarende ressourcer. Forbrug skal udelukkende finde sted i det biologiske kredsløb, så alle ressourcerne udnyttes gennem de naturlige processer.

I det *tekniske* kredsløb fokuseres der på strategier til at opnå større genanvendelse, reparation, eller genfremstilling af produkter og materialer, ligesom MacArthur og Cradle to Cradle Products Innovation Institutes belyste i ovenstående delafsnit.

Cirkulær økonomi er en væsentlig del af strategien henimod bæredygtige tiltag. MacArthur og Cradle to Cradle Products Innovation Institutes grundprincipper er en plan for, hvordan ressourcerne i samfundet kan udnyttes til det sidste. Ved at genanvende og udnytte alle samfundets ressourcer kan der skabes en balance mellem natur, menneske og samfund, som laver et opgør med den lineære økonomis “køb og smid-ud kultur”. Derved kan der argumenteres for at benytte denne teori, som et analyseværktøj til vurderingen af, hvorvidt en teknologi kan kategoriseres som værende bæredygtig, i dette tilfælde projektets valgte teknologi, biogasanlæg. Før at vi kan analysere biogasanlægs bæredygtighed, er det væsentligt blandt andet at belyse de cirkulære processer et biogasanlæg bidrager til for. Disse cirkulære processer vil projektgruppen komme nærmere ind på i næste kapitel og i analysen.

Kapitel 3. Biogasanlæg

- Hvilke tekniske mekanismer og cirkulære processer indgår i et biogasanlæg?

Hensigten med kapitlet om biogasanlæg er at læseren opnår et grundigt overblik over projektets valgte teknologi eller teknologiske case, nemlig et biogasanlæg. Samtidig udgør kapitlet besvarelsen af arbejdsspørgsmål 1, som er gentaget i ovenstående punktform. Grundet at projektet er forankret i Teknologiske Artefakter og Systemer, er det vigtigt at den tekniske del også fylder en større del af projektet. Derfor har projektgruppen valgt at lave et separat kapitel, hvis formål er at gå i dybden med de tekniske aspekter af projektets valgte teknologi. Derudover indeholder kapitlet også en beskrivelse af Trinmodellen. Grundet at denne model hverken er en kvalificeret teori eller metode, har projektgruppen valgt at introducere denne model i sammenhæng med den tekniske case-beskrivelse af et biogasanlæg. På den måde har kapitlet fokus på de tekniske aspekter af teknologier. Til sidst vil evaluering indenfor Design Science Research (DSR) dog også forklares på lige fod med Trin-modellen, eftersom at denne designvidenskabelige tilgang heller ikke er en konkret teori eller metode. Formålet med evaluering inden for DSR forklares, hvorefter valg af evalueringsmetode i form af et ekspertinterview begrundes.

3.1 Trinmodellen

Dette afsnit tager udgangspunkt i Trin-modellen, der er opfundet af Thomas Budde Christensen, Niels Jørgensen og Erling Jelsøe der alle er lektorer ved Roskilde Universitet (Jørgensen, N;Christensen T.,B;Jelsøe, E.). Trin-modellen er en model der illustrerer en form for guideline til at afdække bestemte kriterier, for derefter at kunne analysere en given teknologi i et større teknologisk system. Trin-modellen består af 6 trin;

1. Teknologiers indre mekanismer og processer
2. Teknologiers artefakter
3. Teknologiers utilsigtede effekter
4. Teknologiske systemer
5. Modeller af teknologier
6. Teknologier som innovation

Trin 1: Teknologiers indre mekanismer og processer

For at opnå en forståelse af teknologiens formål, kræver det en beskrivelse af formålet og de bagvedliggende principper. Det ses ved at identificere de mest væsentlige principper ved en given teknologi og hvordan de er med til at opfylde dens endelige formål (Jørgensen, 2018, s. 6).

For eksempel; “i en vindmølle, hvis formål er at transformere vindens bevægelsesenergi til elektricitet, er de centrale mekanismer at vingerne drejes rundt af vinden og at vingerne driver en generator, som skaber elektricitet.” (Jørgensen, 2018, s. 6).

Trin 2: Teknologiers artefakter

Ved beskrivelse af teknologiens elementer, kan vi forstå teknologiens artefakter samt deres indvirkning på hinanden. Dette trin fokuserer på en konkret gennemgang af de menneskeskabte artefakter der besidder en teknologisk funktion. Det er ikke udelukkende fysiske artefakter, men også artefakter såsom viden der indgår i teknologien. Artefakter kan bestå af flere forskellige artefakter, men hver af dem har sin egen delfunktion (Jørgensen, 2018, s. 7).

Trin 3: Teknologiers utilsigtede effekter

Mens trin 1 fokuserer på de indre mekanismer, som bidrager til en given teknologis formål, altså dens tilsigtede effekter, så handler trin 3 om en teknologis utilsigtede effekter som vurderes værende negative (Jørgensen, 2018, s. 8).

For eksempel; “støj fra vindmøller er en utilsigtet effekt, der skyldes vindmøllens indre mekanismer.” og “afbrænding af fossile brændstoffer som kul, olie og gas fører til en dannelse af kuldioxid, som er årsag til drivhuseffekten”, hvilket er en utilsigtet effekt.

Trin 4: Teknologiske systemer

Teknologi systemer er sammensat af teknologiske artefakter, som har en samlet funktionalitet til at opfylde menneskelige behov. Mens trin 2 fokuserer på teknologiens elementer og detaljer, fokuserer trin 4 på de store sammenhænge (Jørgensen, 2018, s. 8). Marc De Vries, professor i filosofi ved Delft Universitet for teknologi, skelner mellem den fysiske beskrivelse af et system og hvilke processer systemet varetager. Den fysiske del af systemet er alle de forskellige dele som der alle arbejder sammen. På den anden er der de processer systemet varetager, nemlig funktionaliteten, der fokuserer på hvilke processer systemet varetager. Overordnet betyder det, at et system har struktur, indre sammenhænge og funktioner. I forhold til funktionaliteten siger

De Vries at vi kan anskue et system som bestående af input - proces - output. Denne betragtningsmåde betoner den transformation systemet frembringer (De Vries, M. 2016).

Trin 5: Modeller af teknologier

Modeller af teknologier kan være visuelle, fysiske eller numeriske. De kan samtidigt også være et værktøj der benyttes til at skabe eller udvikle konkrete artefakter. Modeller af teknologier kan være med til at illustrere særlige egenskaber ved en teknologi, der søges gengivet og/eller undersøgt. Modeller anvendes til mange forskellige formål og modellens type og karakter bestemmes afhængigt af, hvad den skal bruges til (Jørgensen, 2018, s. 9).

- En **teknisk** model tager ofte udgangspunkt i beregninger og generelt kvantitative fænomener.
- En **visuel** model vil typisk være teknologiens mekanismer og skal her forklare og vise hvordan en teknologi fungerer og er sat sammen.
- En **fysisk** model ses at være en form for prototype, hvor en teknologi skal afprøves eller videreudvikles på efter afprøvning.

Trin 6: Teknologier som innovation

Innovation er implementering af nye eller væsentligt forbedrede produkter, organisationsformer eller produktionsprocesser. Der skelnes ofte mellem invention som betyder opfindelse og innovation, eller diffusion som fokuserer på spredning af opfindelsen (Jørgensen, 2018, s. 10). Everett M. Rogers har opfundet en teori der kan analysere en innovations diffusion. Diffusion er en proces der ses gennem formidling af den nye innovation over tid. Formidlingen kan være den proces hvor mennesker søger at dele information med hinanden, for at oprette en gensidig forståelse. Diffusion er altså en kommunikationsplatform, hvor emnet handler om en ny idé. Der kan optræde usikkerheder i kommunikationen når det omhandler en ny innovation. Denne usikkerhed fremtræder hvis der er manglende information, forudsigelighed og struktur. Det er derfor alfa omega at give de rigtige oplysninger fra start så usikkerheden kan reduceres. Diffusion kan være både spontane og planlagte spredninger af nye idéer (M. Rogers, Everett, 1983, s. 6).

Projektgruppen har til hensigt at berøre alle trin fra Trin-modellen. Trin 1, 2 og 4 bruges til redegørelsen af biogasanlæg. Trin 3 er hovedfokuset i hele analysen, hvori trin 5 og 6 også indgår.

3.2 Tekniske mekanismer

Afsnittet vil give en detaljeret beskrivelse af, hvordan biogasanlæg fungerer. Dette er relevant for projektet eftersom at det skal give en forståelse for det tekniske aspekt, samt hvilke faktorer der skal være optimeret for at biogasprocessen er en succes. Endvidere vil dette afsnit om tekniske mekanismer udgøre besvarelsen af trin 1 og 2 fra Trin-modellen.

3.2.1 *Hvordan foregår biogasprocessen?*

Biogas er hovedsageligt en blanding af gasserne metan (CH_4) og kuldioxid (CO_2) der dannes under iltfrie forhold, hvilket også betyder under en bakteriel anaerob nedbrydning. En anaerob nedbrydningsproces vil sige at der er ingen eller i hvert fald meget lidt ilt (O_2) til stede. Biogassen består af en procentdel metan, mens den anden procentdel udgøres af kuldioxid. Metan giver energien til biogas der gør, at biogassen kan brændes af i eksempelvis et kraftværk eller i en bilmotor. Endvidere er metangassen en lugt- og farveløs gas, der besidder et kogepunkt på $-162\text{ }^\circ\text{C}$ og har en blå flamme ved afbrænding (J. Jørgensen, 2009, s. 4)

Den tekniske produktion af biogas sker ved biologisk behandling af organisk affald. Biogas fremstilles nemlig af det organiske materiale der tilføres i et biogasanlæg, hvorefter en anaerob nedbrydningsproces som sagt finder sted. Det organiske materiale udgøres oftest af husdyrgødning, biomasse fra træ, madaffald og andet organisk materiale. Den anaerobe nedbrydningsproces sker i samspil mellem en række bakterier der er afhængige af hinanden, ved at et affaldsstof for én bakterie påvirker den næste, således at der opstår en slags kædereaktion hos bakterierne. Denne proces kan også kaldes for substrat, hvilket også vil blive uddybet længere nede i afsnittet. Dermed kræver det at bakterierne forstår deres opgave i denne proces (J. Jørgensen, 2009, s. 8).

Modellen til højre illustrerer hvordan selve processen er delt op i tre hovedprocesser;

1. *Hydrolyse (1a,1b,1c)*
2. *Syredannelse (2,3,4)*
3. *Metandannelse (5,6)*

I hydrolyse-fasen bliver de højmolekylære stoffer; proteiner, kulhydrater og fedtstoffer nedbrudt til lavmolekylære stoffer hvilket udgør punkt 2. Nedbrydningen af de højmolekylære stoffer sker når en række forskellige bakterier udskiller enzymer i den anaerobe nedbrydningsproces.

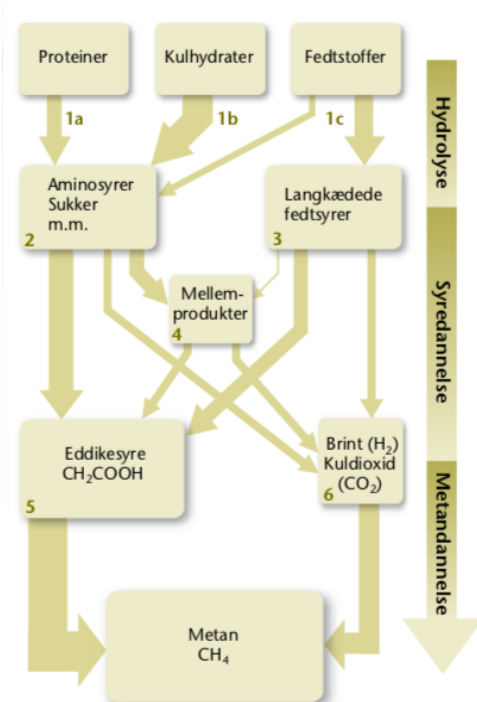
Det er ikke alle typer af stoffer i organisk materiale der nedbrydes lige let. Lignin, som udgør en bestanddel af planter, kan eksempelvis ikke nedbrydes under anaerobe forhold. Dette skyldes at cellulosen og hemicellulosen i plantevævet, der normalt ofte er let nedbrydeligt, er svært nedbrydeligt i denne proces, eftersom at cellulosen er pakket godt ind i lignin (J. Jørgensen, 2009, s. 9).

I syredannelses- eller fermenteringsfasen sker der en afbalanceret bakteriel nedbrydning, hvor halvdelen af monomererne, det vil sige aminosyrer, glukose og xylose, nedbrydes. Dermed bliver fedtsyre omdannet til eddikesyre. En procentdel af nedbrydningen bliver til brint (H_2) og kuldioxid (CO_2), mens en anden del nedbrydes til andre former for kortkædede fedtsyre end eddikesyre (J. Jørgensen, 2009, s. 10).

Metandannelse som er det sidste trin af processen, dannes ved at én gruppe bakterier nedbryder eddikesyren til metan og ved at den anden gruppe bakterier bestående af kuldioxid og brint omdannes til metan (J. Jørgensen, 2009, s. 10).

3.2.2 Proces faktorer for et biogasanlæg

Der er forskellige faktorer der skal være optimerede for at biogasprocessen kan fungere effektivt, hvilket vil blive præsenteret i dette afsnit.



Anaerobt miljø

Et biogasanlæg skal være tæt, så der kan skabes et iltfrit miljø. Det skyldes, at metan-bakterierne ikke kan tåle ilt, men er obligat anaerobe, hvilket vil sige, at det er organismer der udelukkende kan leve i iltfrie omgivelser. Den ilt der bliver frigivet af det organiske materiale der tilføres anlægget, bliver hurtigt opbrugt af andre organismer, som for eksempel aerobe bakterier, som skal have ilt eller af ikke iltkrævende anaerobe bakterier, der har mulighed for at bruge ilt til deres respiration (J. Jørgensen, 2009, s. 11).

Temperatur

Der indgår ofte flere forskellige temperaturområder i et biogasanlæg, der er tilpasset de forskellige bakterietypers levevilkår;

Det psykrofile niveau 0-20 °C

Det mesofile niveau 15-45 °C

Det termofile niveau 40-65 °C

Bakterierne har det til fælles, at de i nogen grad kan tåle svingende temperaturer, men i praksis bliver biogasanlæg ofte drevet ved ca. 37 °C eller ved ca. 52 °C (J. Jørgensen, 2009, s. 11).

Surhedsgrad (pH)

Metanbakterier lever normalt af organiske syrer, men tåler ikke et surt miljø. Det optimale i processen er en pH-værdi mellem 6, 7 og 8, mens det bedste sted pH-værdien kan ligge, er ved 7,2. Surhedsgraden i reaktortanken vil ligge fint og balancere heromkring og da bufferkapaciteten i reaktoren er stor, hvilket vil sige at en blanding af syre og dens korresponderende base modstår pH-ændringer, skal der en del til for at rykke på den. Endeligt kan det siges at systemet er ret stabilt (J. Jørgensen, 2009, s. 11).

Substrat

De fleste organiske stoffer kan let nedbrydes under anaerobe forhold med undtagelse for lignin der er unedbrydeligt. Nedbrydeligheden kan øges på flere forskellige måder. Et substrat er det molekyle som et enzym virker på (J. Jørgensen, 2009, s. 11).

Tørstofindhold

For at bakterierne kan arbejde, må tørstofindhold i det organiske materiale ikke være meget højere end ca. 50%. I et biogasanlæg skal tørstofindholdet helt ned på 8-10% for at kunne pumpe med materialet. Alt afhængig af hvilken type for reaktortanke, kan der i visse tilfælde tolereres et lidt højere tørstofindhold, hvor det organiske materiale tilføres direkte (J. Jørgensen, 2009, s. 11).

Kulstof/kvælstof-forhold (C/N-forhold)

Metanbakterier skal bruge en række makro- og mikronæringsstoffer for at kunne vokse. Makronæringsstoffer som er de vigtigste udgøres af kvælstof (N), kalium (K) og fosfor (P). Kvælstof bliver anvendt for at kunne danne proteiner. Indholdet af kvælstof er ofte angivet i forhold til kulstof, da det indikerer om der er tilstrækkeligt kvælstof til stede for bakterien (J. Jørgensen, 2009, s. 12).

Omrøring

Den almindelige og mest anvendelige biogasanlæg er CSTR (Continuously Stirred Tank Reactors), hvor omrøringsprocessen af det organiske materiale skal være kraftigt for at kunne undgå dannelse af et uigennemtrængeligt svømmelag (J. Jørgensen, 2009, s. 12).

Organisk belastning

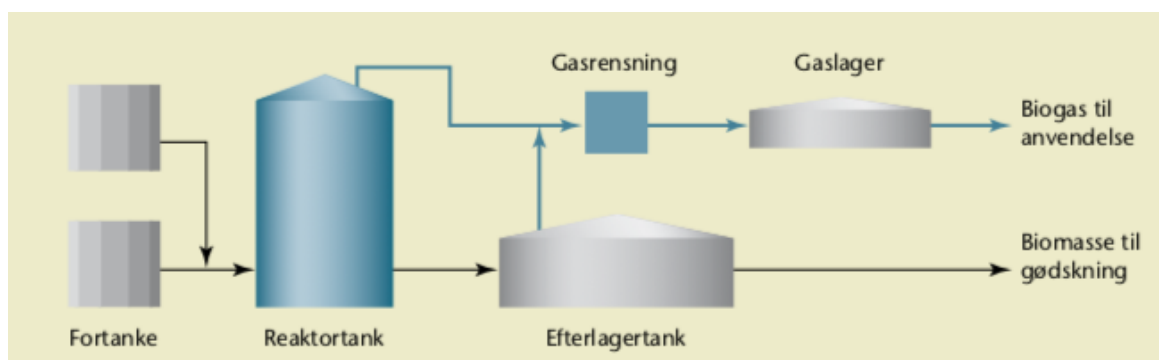
Metan-bakteriernes væksthastighed skal være overens med tempoet for tilførslen af det organiske materiale til reaktortanken. De organiske syrer skal være fjernet i det tempo de bliver dannet. Det vil sige, bliver der tilført mere organisk materiale end det metanbakterier kan nå at omdanne, bliver processen sur. Organisk materiale skal tilføres jævnlige og med samme mængde for hver gang. Endvidere er det vigtigt, at det organiske materiales sammensætning bliver så ensartet som muligt. Hvis der skal skiftes substrat, skal dette ske gradvist for at de nye bakterier kan tilpasse sig under de nye forhold (J. Jørgensen, 2009, s. 12).

3.2.3 Biogasanlæggets opbygning

Der findes flere forskellige biogasanlæg, men det de alle har til fælles er, at forsøge at efterligne naturen ved skabelse af optimale betingelser for, at metanbakterier kan omdanne organisk materiale til metan. I Danmark anvendes der i praksis på de danske gårdbiogasanlæg og biogafællesanlæg det såkaldte CSTR-anlæg (Continuously Stirred Tank Reactor), hvor det organiske materiale omrøres i reaktortanken og tilførslen af nyt materiale modsvares af

tilsvarende mængde, der pumpes ud af biogasanlægget. Denne tilgang gør at anlægget køre kontinuerligt i stedet for at skulle standse ved hver ny påfyldning til ugunst for metanbakterierne. CSTR-anlægget gør det muligt at behandle organisk materiale med et højt tørstofindhold. Der findes hertil også et såkaldt anaerobe filteranlæg UASB-anlæg (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), der kan behandle organisk materiale med et forholdsvis lavt tørstofindhold. I det følgende afsnit vil der kun være fokus på det fuldt omrørte anlæg, som er det mest anvendte anlægstype i Danmark. Gårdbiogasanlæg og biogasfællesanlæg er bygget op på samme måde. Men de forskellige dele kan have forskellige størrelser afhængig af mængden af organisk materiale og forholdene. Nedenstående model viser et typisk fællesanlæg (J. Jørgensen, 2009, s. 15).

Modellen viser en oversigtstegning af biogasfællesanlæg. Der modtages husdyrgødning i anlæggets fortanke, hvor det herefter pumpes videre ind i reaktortanken. Her finder biogasproduktionen sted. Der opsamles også biogas fra efterlagertanken (J. Jørgensen, 2009, s. 15).



3.2.4 Det organiske materiales system

Dette afsnit vil tage udgangspunkt i biogasanlæggets tekniske dele der er et fundament for, at et biogasanlæg kan funktionærer og producere biogas. Dette afsnit vil fokusere på det tekniske aspekt med afsæt i det organiske system.

Fortank

Der kan typisk være flere fortanke. I sådanne situationer vil det betyde, at der er en fortank til gylle, madaffald og en til andre typer af organisk materiale, hvilket også kan være organisk industriaffald. Når det organiske materiale ankommer til biogasanlægget, tilføres det til fortankene. Her blandes de forskellige former for organiske materialer, så den organiske masse kan blive omrørt og blive så ensartet som muligt, før det pumpes videre til reaktortanken.



Nedbrydningen i fortanken sker under aerobe forhold, som omdanner det organiske materiales proteiner, kulhydrater og fedtstoffer til organisk brint og kuldioxid, som nævnt i ovenstående afsnit. Fortanke anvendt til gylle har ofte en størrelse på op til ca. 7 døgn forbrug og er typisk overdækket betontanke. Fortanke til industriaffald har typisk en større kapacitet. Endvidere kan industri-fortanken i visse tilfælde være opvarmet for at holde fedtet i det organiske materiale flydende. I gylle-fortanken bundfældes store mængder sand, som til tider må graves op. Derudover findes der anlæg der opererer med en blandetank imellem fortank og reaktortanken. Der udskilles betydelige mængder lugtstoffer fra fortankene, der kan bortventileres i forskellige lugtrensingsanlæg (J. Jørgensen, 2009, s. 16).

Indpumpnings-pumpe

Når det omrørte organiske materiale skal flyttes fra fortanken, flytter en pumpe massen til reaktortanken. Pumpen kan sidde i sin egen pumpebrønd eller være neddykket i fortanken (J. Jørgensen, 2009, s. 16).

Reaktortank

Reaktortanken er en lukket og isoleret betontank eller ståltank, der er overdækket med en gastæt plastrimmembran. I de største tilfælde er tankene forsynet med varmespiraler, der gør at varme tilføres det udrådnet organiske materiale ellers kan varmetilførslen ske i en varmeveksler uden for tanken. Derudover er reaktortanken forsynet med temperatur- og trykmålere, samt overløbsrør og overtryksventiler der skal sikre trykket ikke stiger for højt, hvis gas-aftaget svigter. I toppen af reaktortanken tages den producerede biogas ud (J. Jørgensen, 2009, s. 16).





Udpumpnings-pumpe

Der er en pumpe som har til opgave at flytte udrådnede organiske materiale fra reaktortanken til en lagertank. Ind- og udpumpnings-pumpen kan i visse tilfælde være den samme med det rette arrangement af ventiler og rør (J. Jørgensen, 2009, s. 17).

Efterlagertank

Efterlagertanken er oftest overdækket for at forhindre regnvand og ammoniakfordampning. Efterlagertanken har til opgave at fungere som et pitstop inden det udrådnede organiske materiale bliver transporteret væk af landmændene, så de selv kan opbevare det afgassede organiske materiale i deres lagertank. Her kan de anvende den gærede gylle som gødningsstof til landbrugsafgrøder. Gødningsstoffet indeholder færre lugtgener, samt lukkes der færre drivhusgasser ud, når gyllen spredes på landmændenes marker (J. Jørgensen, 2009, s. 17).



3.2.5 Gassystemet

Dette afsnit vil give en mere teknisk beskrivelse af gassystemet og hvilke tekniske elementer, der her skal være i fokus for at bevare gasproduktionen.

Gas Kondensering

Biogassen der forlader reaktortanken, er varm og indeholder store mængder vanddamp. Dette fjernes i en kondensator, hvor gassen bliver afkølet. Biogas der kommer fra reaktor- og lagertanke renses for svovl inden det pumpes videre til gaslageret (J. Jørgensen, 2009, s. 17).

Gasrensning

Udover at gassen indeholder metan og kuldioxid, vil en mindre mængde svovlbrint også være tilstede. Hvis biogassen skal anvendes til motordrift, skal svovlbrinten renses ud af gassen. Dette kan lade sig gøre ved en biologisk proces, hvor der udnyttes svovlbakterier der kan nedbryde svovlbrinte til ren svovlsyre eller svovl. Svovl der kommer ud af denne proces, kan i vandig opløsning oftest pumpes videre i efterlagertanken og dermed kan det genanvendes til planter og marker (J. Jørgensen, 2009, s. 17).

Gaslager

De fleste anlæg besidder et gaslager for at udjævne gasproduktionen. Produktionen kan vare alt fra få timer til op mod et døgn, hvilket er derfor det sjældent kan betale sig at lave et alt for stor gaslager (J. Jørgensen, 2009, s. 17).

Gastransmission

Der er flere biogasanlæg der pumper den rensede biogas videre i en transmissionsledning til det nærmeste kraftvarmeværk, hvor biogassen her kan erstatte naturgas (J. Jørgensen, 2009, s. 17).

3.2.6 Biogas Anvendelse

Som nævnt tidligere i afsnittet om tekniske mekanismer, er biogas brændbar og kan derfor anvendes til transport eller i energiproduktionen. Gassen der bliver produceret i et biogasanlæg, kan afbrændes i et gasfyr eller omsættes til el, der kan få motoren til at drive en generator. Den bedste udnyttelse er ved at distribuere gassen til et kraftvarmeanlæg. Her kan gassen afbrændes i en gasmotor, der driver en generator. Motorens udstødning og kølevand varmes op, så der kan produceres elektricitet og varme. Herved udnyttes en procentdel af den producerede energi. Biogassens energiindhold kan ofte give 30-40% ud som elektricitet, der kan sælges videre til el-nettet, samt kan varme fra biogassen give 45-50% som kan sælges videre til varmekonvertere, eksempelvis et mindre fjernvarmeværk. Biogas kan anvendes til transportformål, hvorved det er nødvendigt at rense gassen for kuldioxid, så det ikke fylder særlig meget. Der kan endeligt med biogas erstattes flydende brændstoffer, såsom diesel eller benzin (J. Jørgensen, 2009, s. 18).

3.3 Cirkulære processer

Afsnittet vil give en overordnet forståelse for, hvilke cirkulære processer der indgår i driften af et biogasanlæg. De cirkulære processer er som nævnt i teoriafsnittet, processer hvor fokus er på recirkulering af ressourcer. Herunder kan nævnes; CO₂-neutralitet, gylle til afgasset gylle, samt recirkulering af fosfor og andre næringsstoffer. Disse processer kan være med til at give en bedre forståelse for, på hvilke måder biogasanlæg fremstår bæredygtigt. I analysen og diskussionen vil disse cirkulære processer dog blive analyseret og diskuteret i forhold til, om

de i realiteten også er bæredygtige bare fordi, at cirkulær økonomi ofte bliver associeret med bæredygtighed. Først vil der kort blive redegjort for dem i dette afsnit.

3.3.1 CO₂-neutralitet

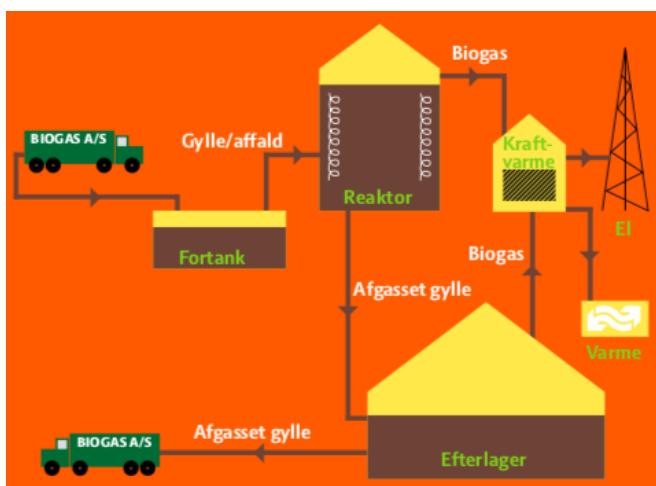
Det organiske materiale der tilføres et biogasanlæg, indeholder CO₂, der er blevet optaget gennem fotosyntese, hvilket igen frigives i biogasanlægget. Husdyrgødning og andre organiske restprodukter fra biogasanlægget udgør umiddelbart et CO₂-neutralt brændsel. Det organiske materiale har en bæredygtig fordel, eftersom at det bidrager til at reducere udledning af drivhusgasser, såfremt at det organiske materiale bruges som energikilde i stedet for fossile brændsler såsom naturgas, kul eller olie.

Planter optager CO₂ fra atmosfæren når de vokser, hvor kulstoffet i CO₂'en bruges som et fundament i planterne. Planterne og deres CO₂'en indhold omdannes eksempelvis til dyrefoder, hvorefter foderet spises af en ko. CO₂'en befinder sig nu i koen, hvorfra at CO₂'en udskilles i koens afføring, også kaldet gylle. Koens gylle bliver tilsat i et biogasanlæg, hvor det omdannes til metan og CO₂. CO₂'en i biogassen der bliver brugt som brændsel, frigør den samme CO₂ ud i atmosfæren, som planten startede med at optage i sin tid (Solrød Biogas, n.d.).

3.3.2 Gylle til afgasset gylle

Biogas er med til at omdanne det, vi ikke vil have, til det vi har brug for. Når der sendes organisk materiale til et biogasanlæg, bliver det omrørt og dannet til bæredygtigt biogas, hvilket kan sørge for bæredygtigt brændstof til opvarmning af husstande, samt drive fremtidens lastbiler og busser. Derudover får landmændene bæredygtigt gødning med mindre fosfor og metan retur. Det medfører et mindre udslip af drivhusgasser og mindre forurening af grundvandet, når de danske landmænd spreder det bæredygtige afgassede gylle ud på deres marker.

Gyllen der tilsættes i biogasanlæg, indeholder store mængder af gas såsom metan, CO₂ og lattergas. Såfremt at denne gylle spredes direkte ud på markerne i landbruget uden at



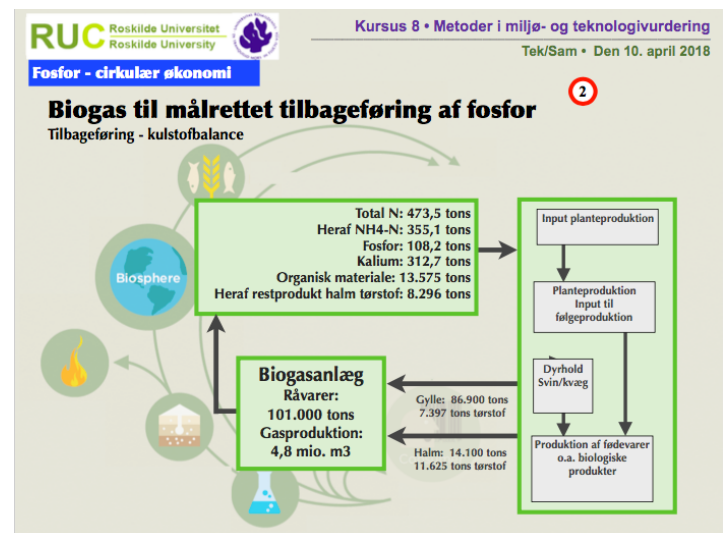
Figuren ovenstående illustrerer den gentagne cirkulære proces over hvordan den ubehandlede gylle transporteres gennem et biogasanlæg og dannes til bæredygtigt afgasset gylle (Birkmose;Mikaelsen, 2012).

have været igennem et biogasanlæg, vil drivhusgasserne udledes i atmosfæren og skabe en negativ effekt på bæredygtigheden.

Disse drivhusgasser vil derfor ikke have været udnyttet optimalt, fordi at det kun er næringsstofferne i gyllen der bruges aktivt som en ressource på markerne. Derfor er det en fordel at køre gyllen fra landbruget igennem et biogasanlæg, hvorved drivhusgasserne kan lagres således at de senere hen kan bruges som aktive ressourcer til at understøtte menneskers energibehov. På den måde bliver både næringsstofferne og gasserne udnyttet optimalt (Energistyrelsen, n.d.). Dermed er en bæredygtig cirkulær proces sat i gang.

3.3.3 Recirkulering af fosfor og andre næringsstoffer

Figuren henviser til højre illustrerer den cirkulære proces for fosfor, samt andre former for næringsstoffer, såsom ammonium og kalium. De næringsstoffer som er en del af inputtet til planteproduktionen er udvundet fra jorden og bliver dernæst en del af planteproduktionen. Planteproduktionen bliver tilført til følgeproduktionen der endvidere skaber produktion af fødevarer og andre biologiske produkter. Dette er afgrøder der dannes til det formål at kunne fodre dyrene, hvilket medfører



skabelse af gylle fra det dyrene har spist, hvorefter gyllen videreføres til biogasanlægget. Den bæredygtige afgassede gylle der spredes ud på markerne, indeholder stadigvæk de vigtigste næringsstoffer som det organiske materiale i sin tid har optaget fra jorden, især med henblik på fosfor, som er en væsentlig faktor for dyrkning af afgrøder til mennesker, dyr og planter. Recirkuleringen gentages herefter igen og det illustrerer den cirkulære proces biogasanlæg skaber (Roskilde Universitet, 2018).

3.4 Det tekniske system

Som belyst i afsnittet om Trin-modellen, fokuserer trin 4 på det teknologiske system der omringer en teknologi. Dette system er sammensat af flere teknologiske dele og processer, hvilket tilsammen udgør en funktion der har til formål at opfylde menneskelige behov. Med udgangspunkt i biogasanlæg er det ligeledes indbefattet af et teknisk system, der er afhængig af at adskillige dele og processer arbejder sammen, for at varetage funktionaliteten. En del teknologier, herunder også biogasanlæg, er afhængige af at indgå i et større teknisk system og kan ikke stå alene. Det tekniske system beskæftiger sig hovedsageligt kun med at kortlægge de teknologiske dele og processer der indgår i systemet, hvorfor politik, økonomi og planlægning tages i betragtning her. Projektgruppen har valgt at dele det tekniske system op i input, proces og output, eftersom at disse 3 områder karakterisere et biogasanlæg.

Input

Biogasanlæg er afhængige af forskellige slags input i form af organisk materiale. Et af inputtene biogasanlæg modtager er eksempelvis gylle. Gyllen er igen afhængig af at landmænd transporterer denne gylle til og fra anlægget. Input til biogasanlæg kan også være bestående af restprodukter fra industrien, kildesorteret organisk affald og meget andet. Alle disse inputs har den ting til fælles, at de alle er afhængige af at transport til og fra biogasanlægget. Desuden er disse inputs med til at drive selve biogasanlæg og dermed også til at varetage biogasanlægs funktionalitet. Derfor er **transport**, herunder også **transportmidlerne**, til og fra biogasanlægget en del af biogasanlægs tekniske system. Foruden transporten som en del af det tekniske system der omgiver et biogasanlæg, ville biogasanlægget ikke kunne eksistere isoleret set.

For at transporten til og fra et biogasanlæg overhovedet kan realiseres, er det nødvendigt at ruten mellem biogasanlægget og dets samarbejdspartnere bærer præg af god infrastruktur. Hvis ikke der fandtes veje, hvorpå transportmidlerne kunne køre til og fra biogasanlægget, ville biogasanlæg igen ikke kunne eksistere. Derudover bør det også nævnes at vejafmærkninger, skilte og lyssignaler oftest også udgør en vigtig del af god infrastruktur. Grundet dette er **god infrastruktur** til og fra biogasanlægget også en essentiel del af biogasanlægs tekniske system.

Proces

Processen ser projektgruppen som værende det der foregår på selve biogasanlægget. Som forklaret i ovenstående afsnit omhandlende biogasanlægs tekniske mekanismer, nævnes det at de aerobe bakterier der indgår i nedbrydningen af det organiske materiale, er afhængige af at leve under bestemte temperaturforhold. Derfor antager projektgruppen at disse temperaturforhold må kræve nogen energi for at vedligeholde. Generelt set kræver biogasanlæg elektricitet for at alle computere og andre tekniske redskaber ligeledes kan holdes kørende. Derfor kan Danmarks **elnet** også siges at indgå i biogasanlægs tekniske system.

Output

Når det organiske materiale har været igennem biogasanlægget og er blevet afgasset, kan der som sagt komme forskellige produkter ud af produktionen. Heraf kan nævnes el, varme, biogas og evt. brændsel, såfremt at biogassen opgraderes. For at den producerede el kan sendes ud til samfundet, er el-nettet igen en del af det tekniske system der omringer biogasanlæg. Derudover er **varmenettet** essentielt for at varmen ligeledes kan sendes ud til samfundet. Biogassen bruger det eksisterende **gasnet** til at udsende sin producerede biogas til samfundet. Til sidst bør igen nævnes at transporten til og fra biogasanlæg er vigtig, såfremt at biobrændsel skal fragtes til forbrugerne.

Et teknisk system kan både kortlægges mere overordnet set, såsom projektgruppen har valgt, men samtidig kan et teknisk system også gå helt ned i de små detaljer. Projektgruppen er derfor kommet frem til de største spillere i det tekniske system der omgiver biogasanlæg, nemlig; transport og transportmidlerne, god infrastruktur, el-nettet, varmenettet og gasnettet. Foruden nævnte teknologiske dele og processer ville et biogasanlæg ikke kunne fungere.

3.5 Design Science Research (DSR)

DSR er et forskningsparadigme, der forsøger at udvikle og evaluere nye teknologier for derved at kunne adressere specifikke problemer eller ønskværdige funktioner i samfundet (Pries-Heje, Venable, Baskerville, 2014).

Der kan i alt opstilles fem hovedformål for at evaluere indenfor DSR (Pries-Heje, 2017).:

- **Vurdere et design for at etablere dets anvendelighed og effektivitet (eller mangel deraf) til at opnå det formål**
- **Vurdere den formaliserede viden om designet anvendelighed til at opfylde sit formål**
- Vurdere et design eller formaliseret viden om det i forhold til andre designs evne til at opnå et lignende formål
- **Vurdere et design eller formaliseret viden om det set ud fra bivirkninger eller uønskede konsekvenser ved dets brug**
- Vurdere et design formativt for at identificere svagheder eller forbedringer for designet under udvikling

Eftersom at biogasanlæg kan siges at være et design og at selve projektet omhandler en kritisk analyse af, hvorvidt at biogasanlæg kan siges at være en bæredygtig energiforsynings-teknologi, så projektgruppen det som relevant at inddrage DSR-tilgangen. Det er nemlig en vigtig del af DSR-tilgangen at designs evalueres. Hvis der kigges på ovenstående fem formål med at evaluere indenfor DSR, kan dette projekt siges at have fokus på tre ud af fem af dem, hvilket er markeret med tyk skrift.

Grundet at DSR-tilgangen ikke bruges fra start til slut i projektet, ses DSR i dette tilfælde ikke som en fyldestgørende metode, men blot en tilgang, hvoraf projektgruppen drager inspiration fra evalueringsfasen. DSR involverer normalt alt fra idefasen, til udviklingen og konstrueringen af designet, samt evaluering.

Grundet førnævnte står DSR ikke placeret i metodekapitlet, men er i stedet introduceret her i kapitlet om biogasanlæg sammen med Trin-modellen, eftersom at disse to tilgange bruges som bagvedliggende guidelines til at strukturere projektet omkring.

Det er som sagt vigtigt at evaluere designs indenfor DSR, hvormed dette projekt udspringer fra. Projektet vil nemlig forsøge at medtænke ovenstående tre ud af fem formål med evaluering indenfor DSR, til besvarelsen af problemformuleringen. Hermed vil projektet undersøge om biogasanlæg lever op til intentionerne bag designet; at biogasanlæg er en bæredygtig energiforsynings-teknologi.

Når det kommer til metoder til at evaluere designs indenfor DSR, er der stort set frit valg. Det er dog vigtigt at tage i betragtning, hvad disse metoder hver især kan bidrage med og hvilke metoder der egner sig bedst til at besvare forskellige problematikker. Til at evaluere

biogasanlæg som design, har projektgruppen dog valgt; Felttur til Solrød Biogas og et ekspertinterview med Sine Beuse Fauery fra Danmarks Naturfredningsforening, hvoraf årsagerne til dette vil blive forklaret i næste kapitel om projektets metoder.

Kapitel 4. Metode

Formålet med kapitlet om projektgruppens valgte metoder er at skabe baggrundsforståelse for, hvorfor netop lige disse metoder ses som værende relevante til besvarelsen af problemformuleringen. I det følgende kapitel vil projektgruppen belyse vores udvalgte kvalitative metoder, samt begrundelsen for disse valg. Vi vil desuden beskrive hvordan vi har benyttet de forskellige metoder. Projektgruppen vil argumentere for, hvorfor et interview med Danmarks Naturfredningsforening ses som en relevant informant, samt beskrive vores felttur til Solrød Biogas og visuelle præsentation af projektets resultater. Herefter vil der blive argumenteret for projektgruppens udbytte af de to metoder. Senere hen i analysen vil den empiriske indsamling fra metoderne aktivt bruges og belyses.

4.1 Kvalitative metoder

Dette delafsnit tager udgangspunkt i Sven Brinkman og Helle Tangaards bog om kvalitative metoder, til det formål at redegøre overordnet for kvalitative metoder, samt til at give læseren indsigt i hvad kvalitative metoder er, samt hvilke data der kan indsamles ved brug af denne metodeform.

”Når forskning er kvalitativt, betyder det almindeligvis, at man interesserer sig for, hvordan noget gøres, siges, opleves, fremtræder eller udvikles” (Brinkmann, Tangaard, 2010). Kvalitativ forskning vægter derfor den subjektive holdning højt, til det formål at skabe en bredere forståelse og indsigt i et givent emne. Metoden adskiller sig fra den kvantitative forskningsmetode, som tager udgangspunkt i data og tal.

Kvalitative metoder kan være behjælpelige i forsøget på at undersøge en problemstilling indenfor et specifikt forskningsfelt, som kan være vanskeligt at måle på ved hjælp af data og tal, som den kvantitative metode bygger på. Kvalitativt data er ofte fortolkende og der kan opstå en tendens til at generalisere, hvis ikke der bliver taget flere anskuelser i betragtning. Det er derfor vigtigt at forsøge at kompensere for de benyttede metoders svagheder. Dette kan gøres ved at anvende forskellige kvalitative- eller kvantitative metoder indenfor et projekt, også kaldet triangulering (ibid.).

Projektgruppen har valgt at tage kvalitative metoder i brug, eftersom at projektgruppen ønsker en større viden i forhold til feltet omkring biogasanlæg. Dataene vil blive benyttet som hjælp til besvarelse af vores problemformulering. Ydermere inddrages vores samlede empiri fra metoderne senere i analysen og diskussionsafsnittet.

Projektgruppen argumenterer for, hvorfor en af de udvalgte metoder er velegnet til at opnå en forforståelse af biogasanlæg, mens den anden metode bygger ovenpå projektgruppens forståelse af biogasanlæg. I det nedenstående afsnit vil der laves en gennemgang af, hvilke kvalitative metoder der benyttes af os og hvorfor.

4.2 Felttur til Solrød Biogas

Efter at have læst en masse tekster om, hvordan et biogasanlæg fungerer, besluttede projektgruppen derefter at udføre en observerende felttur. Dette er en god kvalitativ metode til at opnå større grundlæggende indsigt indenfor et emne, grundet at sådanne feltture byder på en masse sanseindtryk og visuel forståelse for eksempelvis en given teknologi. Metoden giver altså anledning til en fundamental forståelse indenfor projektets udvalgte teknologi, nemlig et biogasanlæg.

Feltarbejde kan siges at være en metode til tilegnelsen af ny viden omkring samfundet og/eller mennesker på (ibid.). Dette er årsagen til, at vi i projektets startfase valgte at besøge Solrød Biogas d. 20. februar 2019. Turen medførte for os en mere dybdegående viden indenfor emnet, eftersom at vi fik lov til at observere og iagttage alle de forskellige processer i et biogasanlæg. Feltturen gav os et indblik i, hvilke elementer der hører til under biogasproduktionen, såsom 'input – proces – output'. Vi blev navigeret rundt fra tank til tank, for at få et indblik i hvordan hele biogas-produktionen foregik. Endvidere fik projektgruppen en masse brugbare informationer om, hvilke råvarer og restprodukter der ofte bliver anvendt i biogasproduktionen. Derudover også viden omkring, hvor de forskellige organiske materialer kommer fra og hvordan produkterne behandles i anlægget, for at få det bedst mulige resultat ud af det organiske materiale, for at kunne producere gødning og gas. Under vores observation og iagttagelse af biogasanlægget, bemærkede projektgruppen hver især forskellige ting, som derefter blev diskuteret i gruppen. Feltturen dannede et rigtigt godt udgangspunkt for, hvilke problemstillinger, vi i projektgruppen kunne tænke os at arbejde videre med i projektet. Projektgruppen lagde eksempelvis mærke til lugten fra tankene, men derudover sås det dog at

anlægget lå meget øde. Det satte tanker i gang omkring, hvorfra og hvor langt det organiske materiale skulle transporteres til og fra Solrød biogasanlæg.

Overordnet kan det konkluderes at feltturen til Solrød Biogas, gav os et indblik i hvorfor og hvordan et biogasanlæg drives, samt hvilke komplikationer der kan opstå. Dette har hjulpet os til at afgrænse projektet i forhold til, hvilken problemstilling projektgruppen fandt mest interessant. Projektgruppen ser alt i alt feltturen som værende en essentiel og givende metode til det formål, at skabe en god grundviden og forståelse indenfor et givent emne. I det her tilfælde et biogasanlæg. Projektgruppen ser feltturen som værende en hjælp til også at forholde sig til de specifikke trin fra Trin-modellen, der løbende vil blive benyttet i projektet.

4.3 Ekspertinterview med Danmarks Naturfredningsforening.

4.3.1 Ekspertinterview som kvalitativ metode

En anden kvalitativ metode der anvendes i projektet, er ekspertinterviews. Ved at benytte ekspertinterviews udvælges en eller flere personer, der ses som eksperter indenfor et givent forskningsfelt. Det kan være behjælpeligt til besvarelse af specifikke problemstillinger, som kræver en ekspert indenfor et givent felt. Denne metode kan hjælpe med at simplificere en ellers svær problematik, eftersom at eksperten er nødsaget til at formidle en ellers kompliceret viden ud til forskere, der muligvis ikke beskæftiger sig inden for samme forskningsfelt. Det er desuden en hurtig måde at indsamle valid og hurtig empiri, eftersom at ekspertinterviewet ofte kan klares på en enkelt dag, modsat en del kvantitative metoder, eksempelvis statistiske analyser der forløber over en længere periode (ibid.).

4.3.2 Det semistrukturerede interview

I det semistrukturerede interview udarbejdes der en interviewguide, som der tages udgangspunkt igennem interviewet. Dette betyder dog ikke at der ikke kan afviges fra interviewspørgsmålene. Det ses her som en fordel, hvis informanten giver nogle svar der leder op til nyopståede spørgsmål, grundet at det semistrukturerede interview muliggør at interviewereren får mulighed for at følge op på informantens svar. På den måde er det givne emne altså fastsat, samt medbringes en overordnet interviewguide, men derudover kan det dog stadigvæk ende med at det semistrukturerede interview tager nogle sidespor og nye aspekter bringes frem i lyset (ibid.).

Projektgruppen har valgt det semistrukturerede interview, grundet ønsket om svar på en række specifikke spørgsmål ud fra vores interviewguide. Grundet at projektgruppen ikke kan siges at være eksperter inden for alt omhandlende biogasanlæg, så vi det som en fordel at have mulighed for at følge op på informantens/ekspertens besvarelser, for på den måde at indsamle ny og ikke planlagt viden omkring emnet.

Projektgruppen interviewguide-skabelon er inspireret af en interviewguide udarbejdet af Aarhus Universitet (Aarhus Universitet. n.d.). Interviewguiden tager udgangspunkt i en problemformulering der ønskes svar på. I dette tilfælde, hvilke tilsigtede og utilsigtede effekter et biogasanlæg involverer, for på den måde at kunne svare på, hvorvidt at biogasanlæg er en bæredygtig energiforsynings-teknologi. Denne problemformulering eller forskningsspørgsmål nedbrydes derefter til et antal interviewspørgsmål. Projektgruppens udarbejdede interviewguide er vedlagt som bilag (Bilag 3).

4.3.3 Semistruktureret ekspertinterview med Sine Beuse Fauery fra Danmarks Naturfredningsforening

Projektgruppen har valgt at anvende et semistruktureret ekspertinterview i projektet, da det findes relevant at interviewe en ekspert eftersom at biogasanlæg ses som værende et forholdsvis teknisk og svært forskningsfelt. Projektgruppen har valgt at interviewe Sine Beuse Fauery fra Danmarks Naturfredningsforening. Danmarks Naturfredningsforening blev stiftet i 1911 og det er den eneste forening i Danmark, som kan rejse fredningssager til formål for at sikre Danmarks natur. I dag er foreningens største mærkesager at bevare naturen, opnå et rent og sundt miljø, samt at arbejde henimod en mere bæredygtig fremtid (Danmarks naturfredningsforenings, n.d. C).

Projektgruppen ser Danmarks Naturfredningsforeningen som værende en valid kilde til viden om biogasanlæg, da de arbejder for at skabe stærk bæredygtighed i Danmark. Dette begrundes vi blandt andet ud fra deres roadmap fra 2018, som omhandler deres energiforsynings-politik og vision om at Danmarks energinet skal baseres udelukkende på vedvarende energikilder. "Danmark har et stort ansvar for at være med til at udstikke retningen ved bl.a. at skubbe i udvikling af ny teknologi, der kan bringe verden ud af den fossile afhængighed" (Danmarks Naturfredningsforening, 2018, side 10). For at kunne besvare problemformuleringen, om hvorvidt at biogasanlæg er en energiforsyning-teknologi der bidrager til et mere bæredygtigt

Danmark, ser vi DN's meninger om biogasanlægs bæredygtighed som en interessant informant. Dette grundet at DN har en stærk vision for Danmark baseret på bæredygtighed, som også ovenstående citat understøtter. DN belyser også i deres energiforsynings-rapport, nogle af biogasanlægs fordele, samt diverse forbehold der bør tages i betragtning for at biogasanlæg ikke går hen og forårsager en negativ virkning på jordens bæredygtighed. Derfor argumenterer projektgruppen for at DN kan være med til at give et nuanceret billede af, hvor biogas placeres i forhold til øvrige vedvarende energikilder:

“Restprodukter fra fødevarerproduktionen, madaffald fra husholdningerne og grøn biomasse fra naturpleje udgør en god, lokal og forsynings sikker kilde i energiproduktion, når de forgæses i et biogasanlæg. Derudover kan biogas indgå i en række synergier, der hjælper med at løse andre samfundsmæssige udfordringer”
(Danmarks Naturfredningsforening, 2018, Side 26).

Projektgruppens mål med dette interview er at få indsigt i biogasanlæg bæredygtighed fra en forening, som har stort fokus på og viden omkring bæredygtighed. DN skriver i ovenstående citat om, hvordan specifikke inputs og energikilder til biogasanlæg, ifølge dem, muligvis kan udløse udfordringer i samfundet. Projektgruppen vil gerne undersøge om biogasanlægs umiddelbare bæredygtige egenskaber kan svækkes, som følge af eksempelvis vekslende inputs. Derudover er interviewets formål at kigge nærmere på, hvorvidt biogasanlæg egentlig kan siges at være CO₂ neutrale, samt om anlæggene kan forbindes med lav biodiversitet. Eftersom at projektet også vil undersøge, hvorvidt der er en sammenhæng mellem biogasanlæg og lav biodiversitet, er DN igen relevante som informant. DN samarbejder nemlig med forskere fra Aarhus og Københavns universitet omkring målet om at skabe større viden om biodiversiteten i Danmark, kaldet “Projekt Biodiversitet Nu”. Dette projekt er bevilliget af Aage V. Jensens Naturfond og kan bidrage til at vedligeholde et større overblik over den danske naturs tilstand (Danmarks Naturfredningsforening, n.d.).

Selve interview-forløbet fandt sted den 7/5-19. Projektgruppen besluttede at det kun var tre fra projektgruppen der skulle deltage i interviewet. En hoved-interviewer, med-interviewere og en skribent. Dette valg er taget på grund af, at projektgruppen mente at fem interviewere ville skabe forvirring hos både interviewer og informant, samt kunne informanten formentlig føle sig intimideret af at sidde overfor hele fem interviewere.

Samlet set er formålet med ovenstående kvalitative metoder, at metodernes empiriske data vil blive benyttet til besvarelsen af projektets problemformulering. De empiriske data vil indgå i både analysen og diskussion, hvor de vigtigste og mest essentielle pointer og citater fra metoderne inddrages.

4.3.4 Fejlkilder

Vi har i projektgruppen taget hensyn til nogle af de fejkilder der muligvis kan forekomme som følge af vores empiriske arbejde med det semistrukturerede ekspertinterview. Dette har vi gjort for at tage højde for, hvor valid den indsamlede empiri er, samt for at vise refleksion over hvad projektgruppen har lært fra interviewet og tager med sig videre.

Den første fejkilde der bør omtales, er validiteten af vores interview. Projektgruppen interviewede Sine Beuse Fauerby, som arbejder for Danmarks Naturfredningsforening. DN har en vision om at Danmark skal blive mere bæredygtige og grundet Faurbys stilling, kunne det tænkes at hun på forhånd er positivt indstillet i forhold til implementeringen af alternative og bæredygtige energier. Fauerby er formentlig farvet af hendes ekspertise inden for området, samt Danmark Naturfredningsforenings politik. Havde vi modsat lavet et interview med en informant som forholder sig kritisk til bæredygtige energier, ville empirien højst sandsynligt vise noget andet. Dette kunne for eksempel være en virksomhed hvis indkomst afhænger af salg af ikke-bæredygtige ressourcer, eftersom at de højst sandsynligt ville lægge vægt på at fremhæve ulemperne ved biogas frem for fordelene.

Det er altså derfor ekstremt vigtigt at være opmærksom på, at alle informanter formentlig vil være farvet af en bestemt overbevisning og politik. På trods af at Danmarks Naturfredningsforening umiddelbart fremstår velovervejede og reflekterede omkring biogasanlæg i projektgruppens optik, så kunne projektgruppen eventuelt også have haft lavet et interview med en direkte modstander af biogasanlæg, for at høre på denne eksperts argumenter for ikke at implementere et biogasanlæg. Det er dog ikke lykkedes projektgruppen på tiden til rådighed at finde en sådan modstander, hvorfor det kun blev til et interview med Fauerby fra Danmarks Naturfredningsforening.

En anden fejkilde der kan nævnes er, hvordan selve interviewet forløb. Som sagt var der tre repræsentanter fra projektgruppen med til interviewet, men det kan tænkes at det havde været nok med blot to repræsentanter, eftersom at den tredje repræsentant ikke var aktivt deltagende. Derudover kunne det måske have gjort en forskel for informantens forståelse af spørgsmålene,

såfremt at de to deltagende repræsentanter havde koordineret deres samarbejde bedre og gjort klart hvem der snakkede hvornår. Få af spørgsmålene kunne muligvis have lagt ordene i munden på informanten som følge af, at de to deltagende repræsentanter til tider måtte uddybe spørgsmålene for bedre at kunne forklare informanten, hvad de søgte svar på. Selvom interviewet blev foretaget tids nok til at analysen kunne opbygges omkring denne empiri, så fandt projektgruppen senere hen ud af at vi manglede svar på enkelte undren og spørgsmål, som burde have været en del af interviewet.

Vi har i projektgruppen udelukkende benyttet os af kvalitative metoder i form af interview og felttur gennem projektets forløb. Dette kan anses som værende en fejlkilde, da kvalitativ empiri også ville have kunnet give os nogle konkrete data, som kunne være behjælpelig med den mere tekniske del i et biogasanlæg, som for eksempel at måle på CO₂-udslip. Med andre ord skulle gruppen have trianguleret - altså tage andre metoder i betragtning for at få det mest valide resultat.

4.4 Visuel præsentation

I dette afsnit vil der være en kort redegørelse af visuelle præsentationer, herunder hvad visuelle præsentationer kan bidrage med, som andre præsentationsformer ikke kan. Derudover vil der indgå en kortere beskrivelse af, hvad projektgruppen har af tanker omkring deres visuelle præsentation. Hensigten med projektets visuelle præsentation er, at det skal give en illustration af projektets udvikling og de resultater projektets har medført.

4.4.1 Hvad kan projektets visuelle præsentation bidrage med?

Den visuelle præsentation skal bidrage til at gøre det mere overskueligt for læseren at gennemskue de konklusioner og resultater et projekt har fundet frem til. Det er en effektiv og fængende måde at illustrerer projektets resultater på, frem for eksempelvis kun at læse konklusionen. Afhængig af fagområdet og det tekniske niveau for et pågældende projekt, kan det både være svært og uoverskueligt at forstå udfaldet af projektet. Projektgruppen mener selv at det er nemmere at forstå pointer ud fra en visualisering af dem, modsat at læse sig frem til det samme. Visuelle præsentationer kan altså på en hurtig og overskuelig måde, opsummerer et projekts hovedkonklusioner for læseren.

Den visuelle præsentation kommer i dette projekt til at bestå af en plakat eller PowerPoint. Plakaten eller power-pointen tiltænkes at forestille en vægt, der opvejer de fordele og ulemper ved biogasanlægs bæredygtighed som projektgruppen er fundet frem til. Altså vises projektets resultater omkring, hvorvidt at biogasanlæg er en bæredygtigt eller ikke-bæredygtigt energiforsynings-kilde. Vi har i projektgruppen tiltænkt at visualisere vores resultater, således at venstre side af vægten viser de ikke-bæredygtige elementer ved biogasanlæg, hvorimod at højre side viser de bæredygtige elementer der indgår i et biogasanlæg. Projektgruppen har desuden valgt at tilføje diverse effekter til vores visuelle præsentation i PowerPoint-versionen, således at den bliver mere interessant og fængende at kigge på. Den visuelle præsentation har projektgruppen valgt at lave i PowerPoint, da vi her kunne udtrykke os tydeligt og samtidig gøre det overskueligt for læseren, grundet PowerPoints mange kreative muligheder. Ved at gøre den visuelle præsentation interessant og fængende at kigge på, bliver det nemmere at fastholde læserens interesse, samt bliver det ligeledes nemmere for læseren at huske gruppens pointer og resultater.

Kapitel 5. Biogasanlægs bæredygtighed

- Hvor bæredygtig en energiforsynings-teknologi er et biogasanlæg set ud fra teorierne om bæredygtighed, biodiversitet og cirkulær økonomi?

Dette kapitel har til formål at besvare projektets arbejdsspørgsmål 2, som også er gentaget i ovenstående punktform. Arbejdsspørgsmålet der vil blive besvaret i kapitlet, indebærer en analyse af hvor bæredygtigt et biogasanlæg i realiteten er set ud fra projektgruppens valgte teorier; bæredygtighed, biodiversitet og cirkulær økonomi. Ydermere vil trin 3 fra Trin-modellen, omhandlende en teknologis utilsigtede effekter, være et gennemgående fokus gennem hele analysen. For at kunne besvare arbejdsspørgsmålet, er det nødvendigt at kigge nærmere på projektets valgte teknologi, et biogasanlæg, og se på hvilke utilsigtede effekter teknologien medfører. På baggrund af en analyse af biogasanlægs utilsigtede effekter, vil det være muligt at sammenfatte hvor bæredygtigt et biogasanlæg i virkeligheden er. Selvom kapitlet hovedsageligt gør brug af trin 3, vil der også indgå andre trin fra Trin-modellen igennem kapitlet, hvilket vil blive understreget undervejs når trinene bruges indenfor de forskellige afsnit. Biogasanlægs bæredygtighed vil yderligere analyseres på baggrund af projektgruppens metoder; felttur til Solrød og interview med Sine Beuse Fauery fra Danmarks Naturfredningsforening.

5.1 Transport til og fra biogasanlæg

Dette afsnit vil tage udgangspunkt i trin 5 fra Trin-modellen om 'tekniske modeller' ved blandt andet at udregne, hvor meget transporten forurener til og fra biogasanlæg. Udregningerne skal bidrage til at give et mere teknisk og matematisk grundlag til at kunne besvare, hvor bæredygtigt et biogasanlæg er.

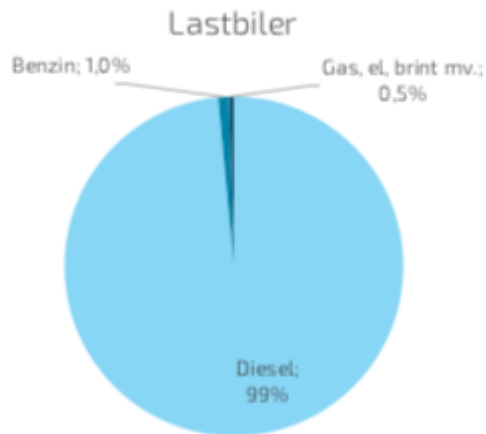
5.1.1 Lastbilkørsel til og fra biogasanlæg

Det er relevant at tage transporten fra og til biogasanlæg i betragtning, når projektgruppen vil forsøge at besvare, hvorvidt et biogasanlæg fremstår bæredygtigt. Så længe driften af et biogasanlæg involverer en masse transport med lastbiler fra og til biogasanlæg, kan biogas

måske ikke siges at være helt CO₂-neutral alligevel, som Solrød Biogas eksempelvis skilter med på deres hjemmeside (Solrød Biogas, n.d.). Dette vil afsnittet forsøge at besvare.

Det er dog ikke været nemt at finde information og tal på lastbilers brændstofforbrug, som Peter Mock, europæisk direktør i det internationale råd for renere transport (ICCT) også udtaler i en artikel fra Politiken; “Der findes nærmest ingen målinger af lastbilers brændstofforbrug.” (Saietz, 2016). Derfor har projektgruppen gjort deres absolut bedste for at finde frem til nogle informationer, der kan bruges til at lave en overordnet beregning af, hvor meget CO₂ lastbilerne udleder pr kørt kilometer til og fra biogasanlæg. Biogasanlægs udledning af CO₂ indenfor transportsektoren har nemlig indflydelse på, hvor bæredygtigt et biogasanlæg overordnet er. Det begrundes ud fra Sven Erik Jørgensens teori om bæredygtighed, hvori han nævner at al forurening er med til at reducerer jordens bæredygtighed. Det kan tænkes at det er bevist at de forskellige biogasanlægs hjemmesider ikke oplyser omkring ovenstående CO₂ udledning fra lastbilernes kørsel, eftersom at biogasanlæg gerne vil opretholde deres bæredygtige image. Dette aspekt vil yderligere blive forklaret i næste afsnit 5.2.

På trods af at lastbiler udleder en del CO₂ i atmosfæren, så tilbyder Lemvig Biogasanlæg alligevel mennesker gratis levering af afgasset organisk materiale, til eventuelt ens gylletank uanset afstand (Lemvig Biogas, n.d.). Projektgruppen finder det mærkeligt, eftersom at de fleste lastbiler i Danmark kører på fossile brændstoffer, hvoraf især diesel udgør den største procentdel af brændslerne, som vist på nedenstående figur. Det ses nemlig at det kun er 0,5% af lastbiler i Danmark, der er drevet på alternative brændstoffer, herunder el, gas og brint (Damvad Analytics, 2018).



Kilde: Danmarks Statistik.

Ovenstående figur er med til at danne et billede der viser, at transport til og fra et biogasanlæg ikke er en bæredygtig fremgangsmåde, eftersom at lastbilkørsel er drevet på fossile brændstoffer.

Derefter er det interessant at undersøge og lave en beregning på, hvor meget CO₂ at diesel udleder pr kørt kilometer i en lastbil. Som sagt er det svært at finde megen konkret information omkring dette, men det lykkedes dog alligevel projektgruppen at finde frem til, at 1 liter diesel udleder omtrent 3500g. CO₂ (FDEL, 2018). For at kunne lave beregningen er næste skridt, at finde ud af hvor langt en lastbil kører på 1 liter diesel. Undersøgelser fra miljøorganisationen 'Transport & Environment' viser at en lastbil i 1995 kørte 4,3 kilometer pr liter (Saietz, 2016), men Mock udtaler derudover i artiklen fra Politiken, at; "Der er nærmest ingen data, men de få, der findes, viser, at kurven er flad – der er ingenting sket de sidste 20-30 år." (ibid.). Derfor argumenterer projektgruppen for at ovenstående tal fra artiklen er valide nok til den videre beregning. Nu er alle tallene fundet til at kunne beregne hvor meget CO₂ at diesel udleder pr kørt kilometer i en lastbil.

En lastbil kører 4,3km/1 liter diesel

$$1 \text{ liter diesel} = 3500\text{g. CO}_2$$

For at finde ud af, hvor meget CO₂ en lastbil udleder pr kørt kilometer, er det nødvendigt at dividere 3500g. CO₂ med tallet 4,3. Dette skyldes at vi så får svar på, hvor meget CO₂ en lastbil udleder pr kørt kilometer i stedet for på 4,3 kilometer.

4,3km = 3500g. CO₂ = 1km kørt i lastbil udleder 814g. CO₂

4,3

Efter beregningen ses at en lastbil udleder 814g. CO₂ pr kørt kilometer. Projektgruppen er som sagt klar over, at ovenstående beregning ikke er helt konkret i forhold til, præcis de typer af lastbiler som de forskellige biogasanlæg gør brug af, eftersom at lastbilerne formentlig vil være forskellige fra biogasanlæg til biogasanlæg. Desuden har det som sagt ikke være muligt at finde information omkring et eneste biogasanlægs transportruter og lastbiler, som Mock også udtalte tidligere i afsnittet er der stort set ingen information tilgængelig omkring dette emne.

Herefter er det interessant at implementere projektgruppens nye viden omkring, hvor meget en lastbil forurener pr kørt kilometer, på en reel case, et specifikt biogasanlæg. Projektgruppen forsøgte at finde frem til konkrete informationer omkring, et specifikt biogasanlægs transport til og fra det pågældende biogasanlæg, men dette var ikke muligt at finde frem til. Det biogasanlæg der tilbød flest informationer omkring dette, var Solrød Biogas. Sammenlagt med at projektgruppen har haft besøgt dette biogasanlæg på en felttur til Solrød Biogas, er det dette biogasanlæg projektgruppen tager udgangspunkt i. Det har kun været muligt at beregne en kilometer strækning på nogle af Solrød Biogasanlægs samarbejdspartnere ved at slå afstandene op på nettet, nemlig afstanden til Solrød strand og CPKelco. Solrød strand leverer tang og CPKelco er en industri der leverer pectin til Solrød Biogas (Bigadan, n.d.). Afstanden og transportruter til biogasanlæggets samarbejdspartnere indenfor landbrugssektoren er desværre ikke oplyst.

Kilometer strækning til de to samarbejdspartnere:

Solrød strand - Solrød Biogas → 5km

CPKelco - Solrød Biogas → 3km

Selvom ovenstående afstande og kilometer strækninger ikke danner et fuldkomment overblik over et specifikt biogasanlægs transportruter, vil projektgruppen alligevel lave en hurtig og overordnet beregning af, hvor meget CO₂ kørslen til og fra de to samarbejdspartnere udleder, nemlig Solrød strand og CPKelco udleder. Efter at projektgruppen nu ved at lastbilkørsel

udleder 814g. CO₂ pr kørt kilometer, er det forholdsvis nemt at beregne forurening udledt fra ovenstående kørsel i forhold til afstanden til Solrød Biogas' samarbejdspartnere.

Udledning af CO₂ til de to samarbejdspartnere:

Solrød strand - Solrød Biogas → 5km x 814g. CO₂ = 4.070g. CO₂ udledes

CPKelco - Solrød Biogas → 3km x 814g. CO₂ = 2.442g. CO₂ udledes

Således har projektgruppen fundet ud af, hvor meget blot en enkelt tur i lastbil til og fra Solrød Biogas forurener til en af dets samarbejdspartnere. Disse tal kan muligvis være svære at forholde sig til og derfor har projektgruppen valgt, at sættes disse beregninger over CO₂ udledningen fra transporten til og fra biogasanlæg op imod, hvor meget et fuldvoksnet træ i gennemsnit kan optage af CO₂. Som nævnt i teoriafsnittet om bæredygtighed er det nemlig muligt at kompensere for udledning af drivhusgasser ved at plante flere træer, der kan optage den udledte CO₂. Ifølge Sven Erik Jørgensens teori om bæredygtighed er det vigtigt at; *“udledningen af forurening til omgivelsernes skal afpasses den hastighed, hvormed økosystemerne kan nedbryde eller opsuge forureningen.”* Dette bæredygtigheds-kriterium argumenterer projektgruppen for netop ikke bliver opfyldt. Grundet at stort set al lastbilkørsel kører på diesel som vist på figuren, udleder den daglige lastbilkørsel så store mængder af CO₂, at de omkringliggende terræner formentligt ikke kan nå at optage forureningen fra lastbilkørslen til og fra anlægget. Dette baseres blandt andet på at projektgruppen på deres felttur til Solrød Biogas iagttog, hvordan at det omkringliggende terræn ikke indbefattede markant mange træer og planter. Derudover kan et fuldvoksnet træ på omtrent 10 år i gennemsnit kun optage omtrent 48lb omregnet til 21.77243376 eller 22kg CO₂ /årligt (Urban Forestry Network, n.d.). Eftersom at projektgruppen ikke ved, hvor mange gange lastbilerne kører til og fra Solrød strand og CPKelco på en årlig basis, er det nemmere at finde ud af hvor meget CO₂ et gennemsnitligt fuldvoksnet træ optager pr dag, grundet at beregningen så kan tage udgangspunkt i netop den eller de dage lastbilerne kører afstandene. Dette udregnes ved at dividere hvor meget et fuldvoksnet træ kan optage af CO₂ med 365 (antal dage på et år), hvilket illustreres i nedenstående beregning:

Fuldvoksnet træs CO₂ optag pr dag i kg:

21,77243376 = 0,0596505 kg CO₂

365

Eftersom at beregningen af lastbilernes CO₂ udslip pr kørt kilometer er målt i gram, så giver det også mening at omregne træernes daglige CO₂ optag til gram, fremfor kilogram. Derfor divideres ovenstående resultat med 1000.

Fuldvoksnet træs CO₂ optag pr dag i gram:

$$\underline{0,0596505} = 59,6505 \text{ g CO}_2$$

1000

Så nu hvor vi har udregnet hvor meget en lastbil udleder af CO₂ pr kørt kilometer og hvor meget et gennemsnitligt fuldvoksnet træ kan optage af CO₂ om dagen, kan vi bruge disse to udregninger til at få et billede af, hvor mange træer der ca. skal til for at de to ruter til og fra Solrød biogasanlæg bliver forholdsvis bæredygtige. For at regne ud hvor mange træer der umiddelbart skal være plantet på ruten til Solrød biogasanlæg to samarbejdspartnere, divideres udledningen af CO₂ fra lastbilerne på de to kørte ruter med, hvor meget et fuldvoksnet træ i gennemsnit optager om dagen.

Rute 1. Solrød strand - Solrød Biogas

$$\underline{4.070\text{g. CO}_2} = 68,23 \text{ træer (en vej)}$$

$$59,6505\text{g. CO}_2$$

Rute 2. CPKelco - Solrød Biogas

$$\underline{2.442\text{g. CO}_2} = 40,94 \text{ træer (en vej)}$$

$$59,6505\text{g. CO}_2$$

Ovenstående beregninger over, hvor mange træer der bør plantes for at kompensere for lastbilernes CO₂ udledning til og fra Solrød biogasanlæg samarbejdspartnere, er endda kun beregnet for kørslen den ene vej. Projektgruppen antager at lastbilernes både skal frem og tilbage mellem Solrød Biogas og dets to samarbejdspartnere. Derfor skal der altså hele 136,46 fuldvoksne træer til før at turen frem og tilbage til Solrød strand og Solrød Biogas neutraliseres. Ligeledes skal der 81,88 fuldvoksne træer til for at kompensere for lastbilkørslen til og fra CPKelco og Solrød Biogas. I alt kræves der plantet 218,34 fuldvoksne træer for at kompensere for lastbilkørslen til og fra Solrøds Biogas to samarbejdspartnere.

Dette forårsager at biogasanlæg kan siges at fremstå som mindre bæredygtigt, grundet at transporten til driften af biogasanlæg ikke fremstår som værende oprigtigt bæredygtig. Det er derfor relevant når Sine Beuse Fauerby fra DN også fastslår, at der er et stort behov for mere bæredygtige alternativer til fossile brændsler, hvorefter hun nævner at biogas i fremtiden vil være et interessant alternativ til driften af tung transport (Bilag 2). Fordelene ved udnyttelsen af biogas til forskellige formål, frem for eksempelvis naturgas, vil yderligere blive analyseret i afsnit 5.4.

5.1.2 Skibe til transport af afgasset organisk materiale

Det er dog ikke kun landtransport til og fra biogasanlæg, som skal tages i mente. I baggrundsnotatet for det kommende Avedøre biogasanlæg benævnes det, hvordan at det afgassede organiske materiale fra biogasanlæg-produktion tiltænkes at skulle bruges i landbruget eller fragtes med skib fra Avedøre havn (COWI, ØRSTED BIOENERGY & THERMAL POWER, 2018). Hovedsageligt er tanken at transportere det afgassede organiske materiale med skib, hvilket projektgruppen finder mærkværdigt, eftersom at Miljøstyrelsen forbinder skibenes skorstene med en af årsagerne til luftforurening i Danmark, grundet at skibenes udstødning udleder store mængder af svovl, kvælstof, farlige partikler og andre stoffer som alle bidrager til at forstærke ozonlaget (Miljøstyrelsen, n.d.). Alt i alt stoffer der er skadelige for klimaet og menneskers sundhed.

Grundet ovenstående beregninger, mener projektgruppen at det er vigtigt at medregne transporten til og fra biogasanlæg når et biogasanlægs bæredygtighed skal tages i betragtning. Såfremt at lastbilerne, eller skibene for den sags skyld, ikke kører på el eller biobrændsel til og fra biogasanlægget, vil CO₂ udledningen fra transporten være med til at gøre biogasanlæg mindre bæredygtige som helhed. Grundet ovenstående beregninger kan biogasanlæg heller ikke siges at være en helt CO₂-neutral energiforsynings-kilde, eftersom at definitionen af CO₂-neutral som sagt også inkluderer transport. Biogasanlægs CO₂ neutralitet vil blive yderligere afdækkes i kommende afsnit.

5.2 Er et biogasanlæg CO₂-neutralt?

I dette afsnit af analysen vil projektgruppen besvare om, hvorvidt et biogasanlæg kan indgå i det naturlige cirkulære kredsløb. Teorien om cirkulær økonomi af MacArthur, bæredygtighed af Jørgensen og interviewet med Danmarks Naturfredningsforening vil blive brugt som analyseredskaber til grundlag, for at kunne besvare vores problemformulering. Som belyst i teoriets afsnit er cirkulær økonomi en væsentlig del af strategien henimod større bæredygtighed. Derfor kan projektgruppen argumentere for at de cirkulære økonomis grundprincipper spiller en essentiel rolle i forhold til, at vurdere i hvilken grad biogasanlæg er en bæredygtig energiforsynings-teknologi. CO₂-neutral er et udtryk der ofte bliver benyttet i forhold til at vurdere noget som værende positivt og bæredygtigt, projektgruppen vil belyse det udtryk i det nedenstående afsnit ved at anvende vores empiri fra interviewet og med vores to teorier om bæredygtighed og cirkulær økonomi.

5.2.1 Kan cirkulære processer være CO₂-neutrale?

Som sagt går cirkulær økonomi ud fra MacArthurs definition heraf, hvoraf teorien går ud på at efterligne de cirkulære kredsløb som naturen besidder. Projektgruppen har derudover tidligere i projektet redegjort for de tre cirkulære processer biogasanlæg indgår i; CO₂-neutralitet, gylle til afgang og recirkulering af fosfor og andre næringsstoffer. Disse processer er umiddelbart cirkulære, hvor bæredygtige er de i virkeligheden?

I interviewet med Sine Beuse Fauerby, understregede hun Danmarks Naturfredningsforenings holdning til at benytte begrebet CO₂-neutralt; *”Vi bruger ikke ordet CO₂-neutralt, altså vi bruger aldrig begrebet CO₂-neutralt, hvis vi kan blive fri for det.”* (Bilag 2). I DN's energiforsynings-politik fra 2018, uddyber de årsagen til hvorfor de mener at begrebet CO₂-neutral er så misvisende;

”Efterhånden er der mange energikilder og teknologier, der populært omtales som ”grønne” eller ”CO₂-neutrale”. Der er imidlertid et stort behov for et opgør med disse begreber, fordi de virker misvisende og sætter lighedstegn mellem teknologier med vidt

forskellige påvirkninger på natur, miljø og klima” (Danmarks Naturfredningsforening, 2018, s. 20).

DN hævder at intet er CO₂-neutralt og at problemstillingen ved at måle forskellige teknologier på denne måde ikke er optimal, eftersom at de påvirker vores miljø forskelligt. Hvis vi tager udgangspunkt i DNs udtalelser er intet CO₂ neutralt og dermed vil de cirkulære processer i biogasanlæg heller ikke være 100 procent CO₂-neutrale. Dette bekræfter Sven Erik Jørgensen også i sin teori om bæredygtighed, eftersom at han ligeledes udtaler at 100% genbrug og recirkulering af ressourcer ikke er muligt ifølge naturens love. Ifølge Jørgensen skal vi derfor blot stræbe imod at opnå en så stærk bæredygtighed som muligt, hvilket kan oversættes til en så optimal recirkulering af ressourcer som muligt. Hvis vi tager Jørgensens stræben efter stærk bæredygtighed og kigger på dette nedenstående citat fra interviewet med Sine Beuse Fauerby kan vi understøtte at recirkulering vægtes højt af begge parter:

“Ja, der er ikke noget der er CO₂-neutralt i vores optik, altså det findes ikke det begreb og man skal holde op med at bruge det. Altså det er i hvert fald vores korte svar på det. Og så kan man sige der er noget der er bedre end andet. Og der er biogas bedre end andet altså under en hel masse forudsætninger” (Bilag 2).

Dette er et argument for at hun ser biogasanlæg som værende et bedre alternativ for visionen om, at Danmarks energiforsyning udnytter muligheden for at bidrage til stor recirkulering af overskydende og brugte ressourcer. Alt i alt underbygger Fauerby fra DN, Jørgensens teori om bæredygtighed, altså det at cirkulær økonomi hænger stærkt sammen med at styrke bæredygtighed og skabe klimaforbedringer. Fauerby udtaler også i interviewet, at;

“Selvfølgelig er cirkulær økonomi, en forudsætning for fremtidens samfund, fordi lige så snart du skal udvinde ressourcer, så er det klima – altså på den måde spiller det 100 procent sammen. Så vi vil ikke anbefale en energiteknologi, som vi ikke også tænker kan være en del af cirkulær økonomi” (Bilag 2).

På baggrund af dette udsagn er den cirkulære økonomi biogasanlæg indbefatter med til at styrke den bæredygtighedskapital (GAK), som Jørgensen argumenterer for i teoriafsnittet om bæredygtighed. Dette skyldes at opfindelsen af biogasanlæg er sket ved at øge samfundsskabt arbejdskapital (SAK). Nemlig det at menneskeheden har tilegnet sig ny viden for på den måde at kunne bruge den viden til at gøre menneskers livsstil mere bæredygtig og dermed øge bæredygtighedskapitalen (GAK). Sine Beuse Fauerbys ovenstående citat understøtter derudover også MacArthurs grundprincipper i teorien om cirkulær økonomi, da den teori indeholder et markant fokus på ressourcers absolut udnyttelse i samfundet, i stræben efter klimaforbedringer. Projektet har redegjort for de tre cirkulære processer biogasanlæg og vi kan ud fra Fauerby, Jørgensen og MacArthurs principper argumentere for, at biogasanlæg kan placeres indenfor de cirkulære rammer og dermed styrke bæredygtigheden i samfundet. Biogasanlæg indebærer nemlig cirkulære processer, som udnytter ressourcer i vores samfund.

“Og for os er det bare vigtigt at man ikke brænder ressourcer af, for så har du destrueret alle ressourcerne. Og det gør du jo ikke i et biogasanlæg. Der har du det jo netop som en teknologi til at kunne recirkulere nogle næringsstoffer” (Bilag 2).

Dette citat understøtter igen den væsentlige faktorer, teorierne om bæredygtighed og cirkulær økonomi også understreger, nemlig at bibeholde og udnytte de ressourcer som er i samfundet. Fauerby udpeger biogasanlæg som værende en teknologi der indeholder re-cirkulære processer som bevare ressourcer og ikke destruerer ressourcerne. Derfor ser vi en sammenhæng mellem Fauerbys ovenstående citat og MacArthurs teori om cirkulær økonomi. Selvom der ses belæg for at kategorisere biogasanlæg indenfor specifikke krav af teorien om cirkulær økonomi, er det stadig væsentligt at se på hvilken slags energi biogasanlæg producerer, som vil belyses i nedenstående delafsnit af analysen.

Derudover er det vigtigt at nævne, at biogasanlæg medføre en yderligere utilsigtet effekt, som projektgruppen blev klar over efter interviewet med Sine Beuse Fauerby; *“selvfølgelig er der sådan rent teknisk at anlæggene skal selvfølgelig være tætte, der skal ikke stå og komme masse metan udslip ud af dem.”* (Bilag 2). Projektgruppen argumenterer for den væsentlige faktor; at opveje biogasanlægs bæredygtighed i forhold til, hvorvidt anlæggene er utætte. Hvis de udleder

metan, vil anlæggene være med til at udlede drivhusgasser i atmosfæren, hvormed biogasanlægs bæredygtighed kan siges at mindskes. Danmarks Naturfredningsforening har belyst denne utilsigtede effekt kort i deres energiforsynings-politik fra 2018 (Danmarks Naturfredningsforening, 2018, Side 14). Ligeledes har Energistyrelsen udarbejdet en rapport i 2014 om biogasanlægs status, barrierer og perspektiver i Danmark (Danmarks Naturfredningsforening, 2018, side 40), hvori de også belyser denne utilsigtede effekt af metanudslip fra biogasanlæg. Dermed kan det siges at der er i samfundet er skabt en form for opmærksomhed på denne problematik, hvorfor projektgruppen ser det som værende en relevant problematik at tage med i analysen om biogasanlægs bæredygtighed. Denne problemstilling vil yderligere analyseres i afsnit 5.4 biogas versus naturgas.

5.2.2 Er biogasanlæg en vedvarende energiforsynings-teknologi?

DN definerer deres betydning af begrebet 'vedvarende energi' i deres energiforsynings-politik fra et af deres roadmap. De beskriver at vedvarende energikilder er en fællesbetegnelse for energier med ubegrænsede reserver (Danmarks Naturfredningsforening, 2018). Da projektgruppen interviewede Sine Beuse Fauerby fra Danmarks Naturfredningsforening, kategoriserer hun dog biogasanlæg som værende en vedvarende energikilde (Bilag 2). Projektgruppen argumenterer for at dette skyldes at DN har accepteret det faktum, at den store menneskemængde på kloden er kommet for at blive og dermed også ser organisk materiale, i form af restprodukter og affald fra fødevarer- og landbrugsindustrien, som vedvarende energikilder.

Efter Fauerbys påpegning om at se biogas som en vedvarende energikilde, belyser hun vigtigheden af at benytte biogas-energien forsvarligt; *“Jamen altså biogasanlæg skal kunne mange ting. Og det skal også kunne tage mange forskellige input (...) Men vi synes selvfølgelig ikke man skal dyrke afgrøder til at putte i et biogasanlæg.”* (Bilag 2). Projektgruppen argumenterer for at et biogasanlæg kan ses som at styrke jordens bæredygtighed, hvis inputtet kommer fra ressourcer som allerede eksisterer i samfundet. Det vil skabe en forværring af bæredygtigheden, hvis samfundet skaber et behov i at opretholde biogasanlæg-produktionen i gang og derfor er nødsaget til at dyrke nye ressourcer, for at dække samfundets afhængighed af denne energiforsynings teknologi. Hvis vi tager udgangspunkt i Jørgensen teori om bæredygtighed, begrundes vi at alt udnyttelse af naturens ressourcer medfører en forringelse af naturens arbejdskapital (NAK), hvormed jordens overordnede bæredygtighedskapital

reduceres (GAK). Derudover understreger DN også vigtigheden af Fauerbys ovenstående udsagn gennem et af deres roadmap, omhandlende energiforsynings-politik. Næmlig at det organiske materiale til biogasanlæg altid bør stamme fra restprodukter og affald. En enighed om at beskytte naturens ressourcer kan ses mellem Jørgensen teori om bæredygtighed og Fauerbys interview, derfor argumentere projektgruppen for at det er en væsentlig faktor at inputtet til biogasanlæg kommer fra allerede eksisterende ressourcer.

Projektgruppen kan nu argumentere for at biogasanlæg kan kategoriseres inden for rammerne af cirkulær økonomi og at biogasanlæg kan argumentere for at styrke bæredygtigheden hvis inputtet bliver udnyttet af eksisterende ressourcer i samfundet. I interviewet med Sine Beuse Fauergy belyser hun en interessant vinkel på hvordan biogasanlægs kan spille en rolle i en stærkere bæredygtige retning. De vedvarende energikilder som vind og sol, er svingende da energien her er afhængige af det varierende vejr. Vi spurgte derfor ind til DN's vision om at omlægge det danske energinet udelukkende baseret på vedvarende energikilder, og satte spørgsmålstejn til hvordan de ville løse de svingende energitilførsler til energinettet;

(...) "Altså og det er jo ud fra hvad vi har behov for energi til i dag. Altså når du får en gas du kan smide ind på nettet – på gasnettet – så har du noget du kan lagre og vi har behov for noget energi vi kan lagre" (Bilag 2).

Fauergy belyser i ovenstående citat at vi har behov for energi vi kan lagre, hvis hele energinettet skal baseres på vedvarende energi, hun understreger at det er en energiform vi har behov for, til at kunne udfase de fossile brændsler og satse på 100 procent vedvarende energi. Her argumenterer projektgruppen for at biogasanlæg kan spille en essentiel rolle hen imod et mere bæredygtigt samfund. Biogasanlæg kan nemlig tilføres på gasnettet og sikre energi til de svingninger, vedvarende energi medføre. Projektgruppen mener at denne egenskab er med til at styrke biogasanlægs bæredygtighed, eftersom at biogasanlæg er med til at agerer som reserve-energi, hvormed en 100 procent vedvarende energi i samfundet muliggøres. Ud fra at biogasanlæg er med til at bakke op omkring og effektivisere andre efter sigende bæredygtige teknologier, gør det også selve biogasanlægget mere bæredygtigt ifølge projektgruppen.

5.2.3 Er input og output i biogasanlæg bæredygtigt?

Dette afsnit har til formål at analysere vigtigheden af, at inputtet og outputtet i biogasanlæg bør sikres at være bæredygtigt. Herunder bør der også tænkes over, hvordan at inputtet kan have indflydelse på outputtet, altså den afgassede gylle som stryges på markerne. Dette understreger Sine Beuse Fauerby i interviewet;

“det er jo så altafgørende at det renseprodukt der kommer ud fra det anlæg, ud over gassen vi sælger, det er det kommer ud på markerne. Og det skal selvfølgelig være uden mikroplast, uden hormonforstyrrende stoffer og alle sådan nogle ting.” (...)

(Bilag 2).

Fauerby understreger vigtigheden af at det afgassede gylle der spredes ud på markerne er rent, dermed fri for mikroplast og hormonforstyrrende stoffer. Her argumenterer projektgruppen for at biogasanlægs input spiller en væsentlig rolle. Såfremt at biogasanlæg skal opnå stærk bæredygtighed, er det essentielt at ovenstående kriterie er opfyldt. Inputtet til biogasanlæg har nemlig indflydelse på, hvor bæredygtigt den afgassede gylle der spredes på markerne er. Konsekvenserne af at den afgassede gylle indeholder mikroplast eller hormonforstyrrende stoffer er, hvilket ikke er ønskværdigt at disse ender i dyr eller menneskers kost (Kokkegård, 2018). Derudover kan det tænkes at ovenstående vil have indflydelse på de omkringliggende økosystemer, såfremt at omgivelser har en reaktion på disse hormonforstyrrende stoffer eller mikroplast.

Udover ovenstående kan der også kigges på hvor bæredygtigt inputtet i biogasanlæg er, set ud fra om det organiske materiale *på længere sigt* fortsat er bæredygtigt. Her tænkes der på at input til biogasanlæg, såsom gylle og madaffald, med tiden måske ikke er så bæredygtige i forhold til, at disse slags input også kan være med til at bibeholde andre ikke-bæredygtige samfundstendenser. Alt dette vil der blive gået i dybden med i projektets diskussion i kapitel 6, men først vil der i afsnit 5.3 i analysen blive undersøgt, hvorvidt at et biogasanlæg på *nuværende tidspunkt* bidrager til lav biodiversitet grundet input fra gylle.

Hermed kan projektgruppen konkludere at intet kan siges at være 100 procent CO₂-neutralt, hvilket også gælder et biogasanlæg og det er derfor misvisende når biogasanlæg bliver brandet

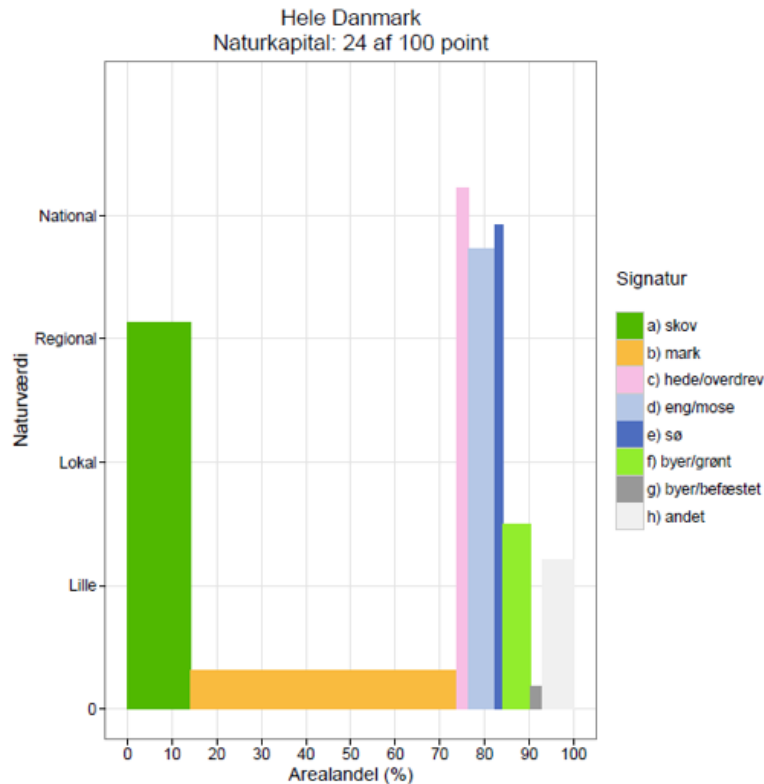
som 100 procent CO₂ neutralt. Biogasanlæg er dog, ifølge Faueryby, fortsat et af de bedste alternativer til at stræbe hen imod CO₂-neutralitet, eftersom at biogasanlæg også kan siges at være en vedvarende energiforsynings-teknologi. På den måde opnås der stærk bæredygtighed i det danske samfund. Stærk bæredygtighed, som Jørgensens teori indebærer, hænger derudover sammen cirkulær økonomi, grundet optimal recirkulering af ressourcer, hvormed bæredygtighed og klimaforbedringer fremmes. Derudover er det vigtigt at de utilsigtede effekter ved biogasanlæg også medregnes når et biogasanlægs bæredygtighed opgøres, såsom metanudslip fra utætte tanke eller mikroplast i det afgassede organiske materiale. Om biogasanlæg kan siges at være bidragende til at ikke-bæredygtige samfundstendenser videreføres, i forhold til inputtet i biogasanlæg, vil diskuteres senere hen i kapitel 6.

5.3 Er der en sammenhæng mellem biogasanlæg og biodiversitet?

Følgende afsnit vil analysere om der ses en sammenhæng mellem biogasanlæg og biodiversitet. Afsnittet vil tage udgangspunkt i vores teorier om biodiversitet, bæredygtighed, samt vores interview med Sine Beuse Faueryby fra DN. Disse analyseværktøjer suppleres af en artikel, der tager udgangspunkt i Carsten Rahbeks holdninger til FN's rapport IBPES. Ud fra dette vil projektgruppen argumentere for, om et biogasanlæg har en sammenhæng med biodiversitet og hvorvidt at biogasanlægget har en negativ eller positiv indflydelse på biodiversiteten og dermed jordens samlede bæredygtighed.

5.3.1 Sammenhæng mellem markarealer, gylle og lav biodiversitet

I det følgende vil der analyseres, hvilken sammenhæng der er mellem markarealer, gylle og lav biodiversitet. I den nedenstående model, hentet fra "Projekt Biodiversitet Nu", vises den samlede arealfordeling af den Danske naturkapital. X-aksen viser fordelingen af de forskellige former for arealer såsom; skov, mark, hede, eng m.m. Y-aksen viser den gennemsnitlige naturværdi for disse forskellige arealer. Modellen indikerer dermed hvor stor en del af Danmarks areal, der er gået fra at være naturlandskab til kulturlandskab. Heraf kan nævnes at ca. 60% af Danmarks naturarealer udgøres af markarealer, hvilket dermed resulterer i at det er denne form for naturareal der fylder mest i Danmark. Som det ydermere kan ses på modellen, er markarealer den form for naturareal der giver Danmark mindst naturkapital, udover byområder, mens søer, enge og moser medfører en markant forøgelse af naturkapitalen.



(Danmarks Naturfredningsforening, n.d. A)

Det Grønne Udvalg beskriver i deres rapport, at menneskers livsstil påvirker biodiversiteten i Danmark. Den ovenstående model belyser, hvordan at de store markarealer dominerer størstedelen af den danske naturarealer og at dette medfører tab af biodiversitet. Fauery fra Danmarks Naturfredningsforening udtrykker DNs syn på dette;

”altså en af de helt store udfordringer med biodiversiteten, det er jo den måde vi forvalter arealerne på og det er klart når det er over 60% af det danske land, er udlagt til stort set intensivt landbrug. Det er det der er den store udfordring for vores biodiversitet” (Bilag 2).

Ligeledes udtaler Rahbek i artiklen “Stor FN-rapport: Én million dyr- og plantearter er truet af udryddelse” at; *”Kun omkring to procent af Danmarks natur er i dag urørt. Men vi har brug for mere urørt natur for at skabe bedre vilkår for biodiversiteten. Og så bør vi også se på landbruget.”* Dette citat indikerer at de mange markområder kan være blandt hovedårsagerne til tab af biodiversiteten. Rahbek mener at den største trussel mod den globale biodiversitet skyldes ændringer i arealanvendelse, set ud fra FNs IPBES-rapport (Behrendt, 2019). I relation til Jørgensens teori om bæredygtighed, kan overgangen fra naturlandskab til kulturlandskab,

ligeledes ses som hovedårsagen til mindskningen af jordens bæredygtighed. Dette skyldes at den naturlige arbejdskapital (NAK) og dermed også biodiversiteten, reduceres som følge af at store naturområder destrueres til fordel for menneskelige behov. Omvendt kan jordens bæredygtighed styrkes igen, ved at den menneskeskabte arbejdskapital (SAK) øges. SAK øges eksempelvis ved hjælp af et biogasanlæg, grundet at den afgassede gylle kan fungere som erstatning for konventionel gylle, hvilket mindsker udledning af CO₂ og er mere skånsomt for naturen. Dermed har biogasanlæg bidraget til at styrke SAK, både grundet recirkulering af ressourcer, men også fordi at biogasanlæg har skabt et produkt der er mere miljøvenligt. Fauergyby udtaler i interviewet; ”... en løsning i forhold til alt det gylle vi smider ud på markerne. Det bliver faktisk noget bedre for vores natur og miljø hvis det lige har været omkring et biogasanlæg, før det kommer ud på markerne” (Bilag 2). Fauergybys udtalelse understøtter således, hvordan at biogasanlæg medfører mindskning i CO₂-udslip.

Når der ses på de fordele et biogasanlæg medfører kan der igen ses en sammenhæng mellem biogasanlæg og biodiversitet. Biogasanlægget benytter nemlig de tilgængelige ressourcer der allerede er i cirkulation i vores samfund, hvilket letter presset på naturen. Dette skyldes at de ressourcer mennesker normalt ville udnytte og tage fra naturen her bliver skånet. Dermed kan biodiversiteten bedre vedligeholdes, da økosystemet vil have den nødvendige tid til at regenerere sig selv efter menneskers udnyttelse af økosystemets ressourcer.

Det danske landbrug producerer ca. 35 mio. tons husdyrgødning om året. Dette er den største, mest anvendte og billigste ressource til biogasproduktionen (Dansk Landbrugsrådgivning, 2012). Energistyrelsen konstaterer dog at udbyttet af gasproduktionen er væsentligt højere med input fra organisk materiale i form af madaffald (Energistyrelsen, 2011). Dette skyldes, at tørstofindholdet i organisk husholdningsaffald er langt større end det er i gylle, hvilket giver en bedre afgasningsevne. Der bliver dog produceret store mængder af husdyrgødning i Danmark som følge af de mange markarealer der benyttes til kreaturer. Både grundet mængden af gylle til rådighed, samt de positive fordele der ses ved at gyllen behandles i biogasanlægget som nævnt tidligere, kan gyllen ses som værende en oplagt ressource til energiproduktionen i biogasanlæg. Produktionen af husdyrgødning har derfor en essentiel rolle i produktionen af biogas, eftersom at det høje antal af kreaturer i Danmark kan ses som en vedvarende ressource, der desuden har miljømæssige fordele efter behandling i et biogasanlæg.

Selvom gyllen har en positiv effekt som input til biogasanlæg, kan gyllen dog også medføre nogen negative aspekter, såfremt at biogasanlæg skulle afhængiggøre sig hovedsageligt af input fra gylle med tiden. Faueryby deler denne bekymring:

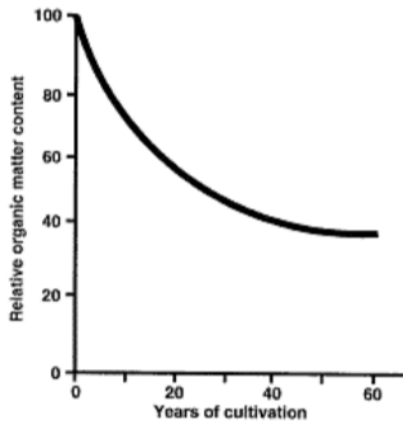
”Det er det der er den store udfordring for vores biodiversitet. Og så kan man sige biogas er det noget – der er mange i vores forening der er bange for at biogas ville fastholde landbruget, altså være sådan noget der kunne holde fast på at nu skulle landbruget være der fordi vi var afhængige af en biogasproduktion”(Bilag 2).

Fagpersoner fra DN har altså ligeledes udtrykt bekymring for, at biogasanlæg i fremtiden ville kunne fastholde et landbrug baseret på kreaturer, som følge af at gyllen blev brugt som primært input til biogasanlæg. Denne bekymring kan formentlig skyldes at et landbrug baseret på kreaturer medføre store konsekvenser for klimaet, grundet sådanne landbrugs høje udledning af drivhusgasser, hvilket James Cameron og Suzy Amis Cameron belyser i artiklen “Animal agriculture is choking the Earth and making us sick. We must act now”;

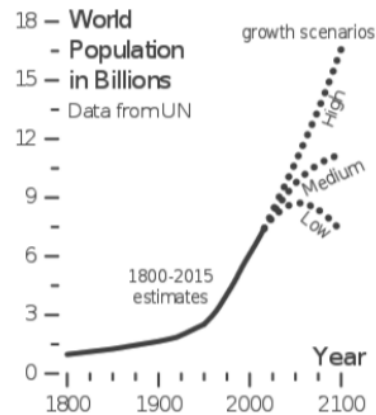
”Raising livestock for meat, eggs and milk generates 14.5% of global greenhouse gas emissions, the second highest source of emissions and greater than all transportation combined. It also uses about 70% of agricultural land, and is one of the leading causes of deforestation, biodiversity loss, and water pollution” (Cameron, Cameron, 2017).

Ovenstående citat understøtter hvordan et landbrug baseret på kreaturer først og fremmest bidrager til 14,5% af drivhusgasemissioner, men derudover oplyses det også at hele 70% af landbrugsjorden går til enten foder til kreaturer eller opdræt af kreaturer, hvormed en forringelse af biodiversiteten og vandforurening finder sted. Der er derfor belæg for at undersøge, hvorvidt at biogasanlæg er med til at fastholde et landbrug baseret på kreaturer. IPDES understøtter ligeledes at områder til landbrug og græsning udgør mere end en tredjedel af jordens samlede landareal (Behrendt, 2019). Såfremt at jordens befolkningstilvækst var stillestående ville det formentlig ikke være et ligeså stort problem, at en tredjedel af jordens landareal udgør landbrug. Dette grundet at store dele af jordens øvrige to tredjedele landareal, kunne forbedres markant i forhold til at øge biodiversiteten og dermed også disse steders samlede naturkapital. Desværre forudses det at befolkningstilvæksten kun vil være stigende i de kommende årtier, hvilket illustreres i nedenstående kurve:

Grundlaget



Kraftigt **faldende**
jordfrugtbarhed



Kraftigt **stigende**
verdensbefolkning

(Haugaard-Nielsen, 2019).

Som det ses på ovenstående kurver, forudses det at jordens befolkningstilvækst kun vil være stigende i de kommende år, men ikke nok med det, så vil jordens frugtbarhed være faldende. Dette er ikke godt for jorden, eftersom at den pågældende jords dårlige frugtbarhed vil medføre at ny jord vil blive omlagt til landbrug og dermed forringe et nyt områdes biodiversitet, grundet at landbrugsjord er lig med lav biodiversitet som nævnt tidligere. Desuden vil den stigende befolkningstilvækst med tiden også medføre at flere mennesker opnår en højere levestandard, som vil medføre et højere indtag af animalske fødevarer (Kristensen, 2010) og dermed vil mere jord omlægges til landbrug. Den voksende befolkning skaber altså et behov for en stadig større fødevarerproduktion der kræver stadigvæk større landbrugsarealer, hvilket forstærker klimaforandringerne, fordi det kræver mere energi og medfører lavere biodiversitet. For at mindske belastningen på jordens ressourcer, kunne det være en ide at jorden befolkning spiste mere plantebaseret, eftersom at det kræver færre ressourcer og et mindre landbrugsareal (Behrendt, 2018). Oxford University og det schweiziske institut for landbrugsforskning (Agroscope), har undersøgt klimapåvirkningerne hos op mod 40.000 landbrug og 1600 virksomheder indenfor forarbejdning og distribution af landbrugsvarer. Hovedkonklusionerne fra denne undersøgelse er at en plantebaseret kost vil medføre 73% mindre udledning af drivhusgasser, mindske udledningen af nitrat og fosfat til søer og vandløb, mindske forbruget af ferskvand med en tredjedel og vigtigst af alt i denne sammenhæng, ville en plantebaseret kost medføre at vi på globalt plan kun ville bruge 24% af det landbrugsareal vi i dag dyrker

(Behrendt, 2018). Omformuleret vil der ved en plantebaseret kost være markant mere plads til at naturen kan udfolde sig på hele 76% af de nuværende landbrugsarealer, hvormed jordens biodiversitet ville stige. I Danmark ville store dele af landbrugsarealerne ligeledes kunne omlægges til naturarealer med langt højere naturkapital end markarealer. Projektgruppen antager at Danmark med tiden gerne vil spise mere plantebaseret for at være mere bæredygtige og derfor er det vigtigt, at biogasanlæg ikke fastholder en sådan omstilling.

5.3.2 Danmarks Naturfredningsforening syn på biogasanlæg og biodiversitet

Ovenstående analyse af hvordan landbruget og specielt det animalsk baserede landbrug, påvirker jordens bæredygtighed og biodiversitet, gav projektgruppen anledning til at undersøge, hvorvidt at biogasanlæg er med til at støtte op omkring, samt fastholde et landbrug baseret på et højt indtag af animalske fødevarer, grundet at biogasanlæg tit får input i form af gylle. Som illustreret i ovenstående tekst, hænger gylle for projektgruppen sammen med et unødvendigt pres på jordens ressourcer og biodiversitet, eftersom at mennesker har mulighed for at leve plantebaseret og dermed leve mere bæredygtigt. Projektgruppen mener derfor at det har været vigtigt at undersøge, hvorvidt at et biogasanlæg kan siges at modarbejde omstillingen til en mere plantebaseret og bæredygtig livstil, der medfører et mindre pres på jordens ressourcer og biodiversitet.

Da projektgruppen interviewede Faueryby fra DN omkring bekymringen om, at biogasanlæg og nedsat biodiversitet muligvis er relateret, delte de dog ikke denne bekymring;

”Det er vi stadig langt fra. Så vi har aldrig rigtig købt ind på den præmis om, at det at vi har biogas at det fastholder en intensiv landbrugsproduktion. Og hvis vi ikke vil have biogas så – altså vi er også nødt til at løse nogle af de aktuelle problemer vi står med, med landbrugsproduktionen. Vi vil godt kunne halvere den danske landbrugsproduktion i dag, uden at vi ville mangle input til et biogas” (Bilag 2).

Fauerby mener på vegne af DN derfor ikke, at biogasanlæg er afhængige af gyllen fra landbruget på nuværende tidspunkt og er med til at fastholde en animalsk baseret landbrugssektor. Faueryby benægter dog ikke at ovenstående kan ændre sig med tiden, men mener blot at biogasanlæg på nuværende tidspunkt ikke er med til at fastholde et landbrug baseret på kreaturer. DN ser mere biogasanlæg som blot at have en positivt effekt på landbruget, eftersom at Faueryby også udtaler: *“(…) en løsning i forhold til alt det gylle vi smider ud på markerne. Det bliver faktisk noget bedre for vores natur og miljø hvis det lige har været*

omkring et biogasanlæg, før det kommer ud på markerne” (Bilag 2). DN ser derfor ikke en negativ sammenhæng mellem biogasanlæg og lav biodiversitet på nuværende tidspunkt. I stedet ser DN mere en positiv sammenhæng mellem biogasanlæg og landbrugssektoren som følge af, at biogasanlæg reducerer drivhusgasudledningen fra Danmarks nuværende produktion af gylle. Om der med tiden kan opstå en sammenhæng, kan diskuteres og vil blive diskuteret i afsnit 6.3.

5.3.3 Konsekvenserne ved lav biodiversitet

Det er i hvert fald yderst vigtigt at være opmærksom på og analysere, hvilke aktiviteter der kan mindske biodiversiteten. I artiklen “Menneskearten udgør en mikroskopisk del af klodens biomasse, men er ved at smadre Jordens balance” fremgår det, at mange arter i dag udryddes med 1.000-10.000 gange den hastighed, hvormed det tidligere foregik for arters naturlige uddøen. Dette er en skidt ting, eftersom at arters udryddelse kan medføre store justeringer i det pågældende økosystem, som følge af at arternes funktion(er) i økosystemerne også uddør (Nielsen, 2019). Anders Barfod, biolog ved Aarhus Universitet, mener at tab af biodiversitet vil være irreversibel og at ingen ved hvad de fremtidige konsekvenserne ved lav biodiversitet vil være (Nielsen, 2019). Derfor er det ekstremt vigtigt at bekæmpe tab af biodiversiteten før skaden er sket og dette er grundlaget for at projektgruppen har valgt at inddrage et afsnit om sammenhængen mellem biogasanlæg og biodiversitet i analysen af, hvor bæredygtigt et biogasanlæg kan siges at være.

Samlet set kan der derfor på nuværende tidspunkt ikke ses en betydelig sammenhæng mellem biogasanlæg og lav biodiversitet. Dette skyldes at input i biogasanlæg i form af gylle på nuværende tidspunkt ikke er stort nok til at medføre at biogasanlæg fastholder et animalsk baseret landbrug, som er skidt for jordens bæredygtighed og biodiversitet. Så længe at der ikke er flere biogasanlæg end vi har i dag, så kan biogasanlæg forholdsvis nemt udskifte input fra gylle med andet organisk materiale, såsom madaffald fra private husholdninger eller industri. Kun hvis der skulle komme så mange biogasanlæg i Danmark, at al organisk materiale udnyttes i biogasanlæg, både gylle, madaffald og andet organisk materiale, vil det medføre at biogasanlæg får en aktiv rolle i fastholdelsen af et animalsk baseret landbrug. Kun dér ville biogasanlæg i høj grad kunne kædes sammen lav biodiversitet. Det derfor vigtigt at sikre at biogasproduktion ikke bliver *for* afhængige af gylle og dermed bliver en del af truslen mod biodiversiteten.

5.4 Biogas versus naturgas

I dette afsnit vil vi analysere, hvilke fordele og ulemper der kan opstå når biogas erstatter naturgas. Projektgruppen tager afsæt i Sven Erik Jørgensens teori om bæredygtighed og hans definition af begrebet bæredygtig. Jørgensens definition tager udgangspunkt i Brundtlands rapporten, hvoraf dette afsnit vil tage afsæt i to af disse kriterier. Desuden vil vi inddrage trin 6 fra Trin-modellen, som er inspireret af Everett M. Rogers tekst diffusion og innovation. Dette er trin er blevet belyst tidligere i redegørelsen.

De to kriterier der er med til at definerer Jørgensens teori om hvad bæredygtighed vil sige, lyder som følger:

- *"Fornyelige naturressourcer såsom træ, fisk, vand, luft osv. ikke må anvendes hurtigere, end de fornyes."*
- *"Ikke-fornyelige ressourcer ikke må anvendes hurtigere, end at alternativer i god tid er udviklet."* (Jørgensen, 2009).

I denne del af analysen vil projektgruppen anvende de to ovenstående kriterier som analyseredskaber. De vil bruges til henholdsvis at undersøge, hvorvidt naturgas og biogas påvirker jordens bæredygtighed.

5.4.1 Sammenligning af naturgas og biogas

Kort fortalt hører naturgas ind under kategorien fossile brændsler, men naturgas bliver dog kategoriseret som den reneste form for fossile brændsler. Naturgas består primært af metan, men indeholder også andre stoffer. Naturgas dannes i jordens undergrund og metan-indholdet i naturgas varieres fra 75% til 90%. Naturgas dannes primært ved opvarmning eller ved nedbrydning af organisk materiale, under stort tryk. Grundet det højere indhold af metan i naturgas, er naturgas derfor mere brændbart end biogassen før opgradering, eftersom at biogassen oftest kun består af 55-65% metan. Fossile brændsler og dermed også naturgas, omdannes over flere millioner år, hvilket gør det svært at opnå en ressourcer balance mellem mennesket og forbruget af fossile brændsler. Dette er i strid med punkt nummer to af de ovenstående kriterier for bæredygtighed. Derfor kan det være interessant at kigge på biogas som en alternativ energiforsyning (Petersen, 2017).

Ved afbrænding af naturgas og biogas forekommer en udledning af CO₂ i atmosfæren. Forskellen er bare at det organiske materiale som biogas er dannet af i sin levetid, har optaget en større mængde CO₂ fra atmosfæren for at vokse, som der frigives igen ved afbrænding af biogas. Ifølge Jørgensens teori om bæredygtighed, er det angiveligt ikke muligt at opnå 100 procent idealistisk bæredygtighed, men som Faueryby udtalte tidligere i analysen er biogasanlæg og dermed også biogas, blandt de bedste alternativer til en bæredygtig energiforsyning. Dermed kan det altså udledes at biogas lægger sig tættere på den idealistiske bæredygtighed end naturgas gør. Det begrundes ved at inputtet til biogasanlæg primært kommer fra genanvendeligt organisk materiale, hvorimod naturgas bliver udvundet fra jorden og afbrændes hurtigere end der kan dannes nyt. Sine Beuse Faueryby som sidder med den grønne omstilling for Danmarks Naturfredningsforening, mener at biogas bør placeres som en vedvarende energikilde grundet følgende;

”(...) vi ønsker et opgør med hele det der afbrænding. Og for os er det bare vigtigt at man ikke brænder ressourcer af, for så har du destrueret alle ressourcerne. Og det gør du jo ikke i et biogasanlæg. Der har du det jo netop som en teknologi til at kunne recirkulere nogle næringsstoffer.” (Bilag 2).

Faueryby forklarer forudsætningen for en vedvarende energikilde er, at ressourcer ikke bliver destrueret, men at næringsstofferne vender tilbage i kredsløbet (ibid.). Derfor kan der argumenteres for, at naturgas ikke er en vedvarende energi, men tværtimod en forurenende energikilde, som udleder en stor mængde drivhusgasser ved afbrænding og hvor ressourcerne bliver destrueret efterfølgende. Hvis naturgas holdes op imod de to kriterier fra Brundtlands rapporten, vil kravene ikke være opfyldt, eftersom at jorden vil løbe tør for naturgas på et tidspunkt i takt med at ressourcerne bliver udnyttet og destrueret hurtigere end det bliver dannet igen.

Hvis der kigges på erstatningsmulighederne for en mere bæredygtig energikilde end naturgas kan der kigges på, hvordan biogas efter opgradering kan tilføres på samme gasnet som naturgas altid har benyttet. Med udgangspunkt i Energinet, kan det udledes at biogas indeholder de samme tekniske afbrændings-egenskaber som naturgas. Såfremt at der ønskes et mere bæredygtig Danmark, argumenterer projektgruppen for at naturgas udskiftes med biogas i det eksisterende gasnet. Dette kræver dog at biogassen først opgraderes, så kvaliteten og brændbarheden bliver tilsvarende naturgas før det sendes ud i gasnettet. Dette gøres ved at

omdanne CO₂ 'en i biogas til brændbart metan ved hjælp af brint. Når biogassen er opgraderet, kaldes det bionaturgas (Energinet, n.d).

Projektgruppen spurgte Sine Beuse Fauerby fra Danmarks Naturfredningsforening om hendes tanker angående erstatningen af naturgas til fordel for bionaturgas, i visionen om at styrke Danmarks bæredygtighed:

”Der var det meget sådan at vi har jo altså et gasnet i Danmark mange steder der hvor der er naturgas. Og hvis man nu skal bruge det net til noget andet, ude i den private forsyning så var biogassen oplagt erstatning til naturgas.” (Bilag 2).

Fauerby mener her at biogas kan spille en væsentlig rolle i løsningen på problematikken om naturgas. Som nævnt tidligere i teori afsnittet og analysen, er cirkulær økonomi ifølge MacArthur, et nødvendigt værktøj til at styrke jordens bæredygtighed. Ud fra teorien om cirkulær økonomi, kan biogasanlæg ses som at styrke implementeringen af cirkulære processer i samfundet, som følge af de tre cirkulære processer der indgår ved biogasanlæg, som beskrevet i kapitel 3. Med udgangspunkt i MacArthurs grundprincipper inden for cirkulær økonomi kan projektgruppen argumentere for at biogasanlæg vil skabe langt større bæredygtighed end naturgas. Derudover argumenterer projektgruppen for at biogas er med til at danne cirkulær økonomi, altså at lukke cirklen, hvilket Fauerby også understøtter i interviewet (Bilag 2).

5.4.2 Hvorfor er omstillingen fra naturgas til biogas ikke sket endnu

På baggrund af ovenstående påstand om at biogas er mere bæredygtig end naturgas, undrer vi os i projektgruppen over, hvorfor dette skift fra naturgas til bionaturgas ikke er blevet foretaget endnu. Fauerby benævner nogle af de problematikker som forekommer ved biogasanlæg, som der kan argumenteres for eventuelt, er en del af forklaringen på, hvorfor naturgas ikke er blevet erstattet endnu. Nogle af de nævnte problematikker Fauerby nævner, er blandt andet metanudslip, lokale lugtgener samt at restproduktet kommer ud på markerne uden hormonforstyrrende stoffer. Derudover siger hun følgende:

“(..)hvor er det egentlig vi har behov for biogas henne i det her land. Hvis man sidder ned med Danmarkskortet ik’ fordi vi så rigtig mange, vi får alle sådan miljøgodkendelser ind, så vi så rigtig mange der gerne vil lave et biogasanlæg, her for eksempel og så har de tegnet sådan et opland i en stor cirkel rundt om, men så herover ligger der også nogle der vil lave et biogasanlæg, der har også tegnet et opland og de

to cirkler lapper måske ind over hinanden, altså sådan ressourcemæssigt, så de begge to var afhængig af den samme input. Og det siger for os bare mangel på national planlægning, i forhold til hvor mange biogasanlæg har vi egentlig brug for, hvor skal ressourcer komme fra” (Bilag 2).

Trin-modellens 6. trin, som der blev redegjort for tidligere i projektet, kan være en hjælp til at undersøge, hvorfor udbredelsen af biogas til benyttelse i samfundet, ikke er sket endnu, samt hvordan denne udbredelse kan forekomme. Faueryby mener at den nationale planlægning kan bære en del af skylden, når det kommer til hvorfor biogasanlæg og dermed biogas ikke er mere udbredt på nuværende tidspunkt, som følge af dårlig kommunikation. Såfremt at kommunikation og planlægning var bedre struktureret, kunne det medføre en større udbredelse af biogasanlæg og biogas som innoverende teknologi. Faueryby mener at hvis planlægningen af implementeringen af biogasanlæg var mere optimal, så ville Danmark formentlig også turde opstille flere biogasanlæg uden at være bange for, at bæredygtigheden af biogasanlæg ville mindskes. Med dette tænkes der på, at der på nuværende tidspunkt ikke findes en organisation, som tager ansvaret for planlægningen af biogasanlæg, hvilket medfører en risiko for at for mange etablerede biogasanlæg i Danmark vil kunne blive afhængige af samme ressourcer. Det er vigtigt at de etablerede biogasanlæg ikke skaber et konkurrencemarked, da inputtet til biogasanlæg burde komme fra eksisterende, lokale ressourcer. Hvis der blev skabt konkurrence mellem biogasanlægs adgang til input kunne resultere i ikke-bæredygtige tendenser i form af, at lastbiler vil skulle køre længere eller ressourcer skulle produceres til at vedligeholde biogasanlægs produktion kørende. Altså ville den tunge transport være nødsaget til at køre længere for at hente og bringe det organiske materiale, hvormed unødvendigt CO₂ udledes.

Det kan derfor konkluderes at biogas lægger sig tættere på idealistisk bæredygtighed end naturgas. Dette skyldes at biogas opfylder de to opstillede krav fra Brundtlands rapporten, sammenlignet med naturgas, som ikke opfylder kriterierne. På trods af at naturgas er den reneste form for fossile brændsler, er biogas stadigvæk en langt mere bæredygtig energikilde, sidestillet med naturgas. For at biogas kan opnå samme brændbarhed som naturgas, kræver det en opgradering af biogassen. Omfanget af opgraderingen af biogas er afhængigt af, hvilket input der benyttes i biogasanlæg, eftersom at det organiske materiale har forskellig afgasningsevne og dermed indflydelse på, hvor brandbar biogassen ender ud med at være. Såfremt at problematikkerne omhandlende metanudslip og planlægningsperspektivet kan løses

eller optimeres, vil det være mere sandsynligt at biogas erstatter naturgas fuldstændigt i fremtiden.

Kapitel 6. Diskussion

- Vil biogasanlæg også være en bæredygtig energiforsynings-teknologi på sigt?

Projektgruppen har gennem analyseafsnittet fundet frem til at biogasanlæg kan placeres inde for de bæredygtige rammer og kan være med til at styrke bæredygtigheden i Danmark på en del områder. I dette kapitel vil vi diskutere, hvorvidt en forøget implementering af biogasanlæg muligvis kan medføre at visse ikke-bæredygtige samfundstendenser fastholdes eller skabes på sigt. Hvis biogasanlæg på længere sigt fastholder eller skaber ikke-bæredygtige konsekvenser, vil det betyde at biogasanlæg kommer til at fremstå mindre bæredygtigt, eftersom at biogasanlæg i så fald vil blokere for bæredygtig omstilling indenfor andre områder i samfundet. Dette vil projektgruppen undersøge med udgangspunkt i besvarelsen af arbejdsspørgsmål tre.

6.1 Kan antallet af biogasanlæg mindske dets bæredygtighed?

Projektgruppen analyserede ud fra Jørgensens teori om bæredygtighed samt vores empiriske data fra interviewet med Sine Beuse Fauerby, at gylle ikke er en essentiel ressource for at biogasanlægs produktionen kan vedligeholdes. Det er tidligere i vores analyse belyst at markarealer er dominerende inde for Danmarks arealer, hvoraf langt de fleste markarealer bruges til produktion af animalske fødevarer. En tanke omkring en ny mulig problematik opstod, efter udarbejdelsen af projektets analyseafsnit; "Kan en større implementering af biogasanlæg i fremtiden være med til at bibeholde et landbrug baseret på kreaturer?".

Ud fra ovenstående, diskuterer projektgruppen om biogasanlæg muligvis kan stå i vejen for en bæredygtig omstilling af landbrugssektoren i fremtiden, hen imod et mere plantebaseret landbrug. Dette skyldes at for mange etablerede biogasanlæg på sigt kan risikere at fastholde behovet for gylle som input. Hvis antallet af biogasanlæg stiger så markant, at der til sidst dannes et lighedstegn mellem antallet af biogasanlæg og Danmarks samlede mængde af organisk materiale til input i biogasanlæg, vil anlæggene gøres afhængige af gyllen som input. Såfremt at en sådan udvikling finder sted, vil det medføre at det vil være svært at mindske det kreatur-baserede landbrug, grundet at flere biogasanlæg i så fald vil komme til at mangle input

i form af organisk materiale fra gyllen. Landbrugsarealer til opdræt af kreaturer bidrager til en stor del af drivhusgasudledningen. Derfor kan det diskuteres om biogasanlægs bæredygtighed vil mindskes i det tilfælde, at biogasanlæg på sigt vil fastholde en eller flere andre ikke-bæredygtige samfundstendenser.

Et alternativ til en mere bæredygtig udvikling indenfor landbrugssektoren, anser projektgruppen som værende omstillingen fra opdræt af kreaturer til et mere plantebaseret landbrug. Som nævnt i analysen, vil et plantebaseret landbrug og livsstil kun kræve 24% af det landbrugsareal der nu dyrkes på, hvilket er årsagen til at projektgruppen ser det som ekstremt vigtigt at biogasanlæg med tiden ikke blokere for andre bæredygtige omstillinger i samfundet. Fauery beskriver at biogasanlæg på nuværende tidspunkt kunne fungere selvom landbrugsproduktionen blev halveret (Bilag 2). Gyllen ville i dag nemt kunne udskiftes med andre former for input til biogasanlæg, såsom madaffald, grundet at der i dag ikke er lige så mange biogasanlæg som der er organisk materiale til input i biogasanlæg. Madaffald har ifølge energistyrelsen, også et større tørstofindhold og fungerer derfor bedre som input i biogasanlægget (Energistyrelsen, 2011), hvilket leder os videre til næste diskussionspunkt omhandlende bæredygtigheden af madaffald som input i biogasanlæg på sigt.

Selvom det organiske materiale til input i biogasanlæg på i dag umiddelbart anses som værende ubegrænset og vedvarende, er det så ensbetydende med at inputtet ikke bidrager til negative samfundstendenser? Udover ovenstående problematik om gylle som input i biogasanlæg, blev projektgruppen ligeledes nysgerrig omkring bæredygtigheden af madaffald som input på sigt. Denne tanke opstod efter en interessant udtalelse fra Fauery i interviewet hos DN. Fauery udtalte, at madaffald skal være et væsentlig input i biogasanlæg, men at der samtidig skal produceres mindre madspild generelt, som nedenstående citat uddyber;

“Så der er masser andre kilder der ville være mere oplagt. Altså for eksempel madaffaldet. Det skal dér ind. Forhåbentligt skal de mængder også falde, vi skulle gerne producere mindre og mindre madaffald.” (Bilag 2).

Her vil projektgruppen diskutere for at en anden mulig problematik kunne opstå ud fra samme grundlag som ved gylle som input, nemlig ved at en forøgelse af antallet af biogasanlæg i Danmark muligvis på længere sigt vil have indflydelse på den generelle mængde af madspild?

Hvis størstedelen af madaffaldet i fremtiden bliver benyttet som en essentiel kilde som input til biogasproduktionen, vil den generelle mængde af madspild muligvis ikke reduceres, da madaffaldet nu vil blive benyttet til et formål. Benyttelsen af madaffald til biogasproduktionen kan muligvis fjerne opmærksomheden fra at løse de nuværende madspilds-problematikker i samfundet. Hvis vi benytter Sven Erik Jørgensens teori om bæredygtighed i denne kontekst, er alt forbrug med til at mindske jordens bæredygtighedskapital, hvormed madspild kan siges at være en stor synder. Madspild er nemlig et unødvendigt ressourcepild, der projektgruppen optik i fremtidens bør elimineres i så stor grad som muligt. Det er derfor vigtigt at biogasanlæg i fremtiden ikke er med til at fastholde mængden af madspild i samfundet, som følge af at antallet af biogasanlæg med tiden medfører en afhængighed af mængden af madspild. Udnyttelsen af madspild i biogasanlæg, kan samtidig ses som værende positivt, eftersom at det betyder at ressourcerne vil blive genanvendt i stedet for at destrueres. Ifølge MacArthurs teori om cirkulær økonomi, er førnævnte en optimal løsning der bidrager til et bæredygtigt samfund. Paradokset i sammenhæng med madaffald kan derfor siges at være den, at unødvendigt madspild mindsker bæredygtigheden, mens genanvendelse og recirkuleringen af madspildet er bæredygtigt. Ligesom ved problematikken omhandlende gylle som input i biogasanlæg, er det ligeså vigtigt i tilfældet med madaffald, at antallet af biogasanlæg med tiden ikke bliver lig med *al* organisk materiale til rådighed som input til biogasanlæg i Danmark. Såfremt at antallet af biogasanlæg i Danmark ikke udnytter al det organisk materiale til rådighed, medfører det større fleksibilitet set i forhold til at bæredygtige omstillinger indenfor andre områder i samfundet ikke blokeres.

Den sidste vinkel projektgruppen vil diskutere, i forhold til de problematikker en forøgelse af antallet af biogasanlæg muligvis kan medføre, er i forhold til mangel på planlægning. Ved hjælp af vores empiriske data fandt projektgruppen frem til, at der kan stilles spørgsmålstejn ved bæredygtigheden af biogasanlæg set ud fra om mangel på national planlægning med tiden kan resultere i nogle problematikker. Dette skyldes at oplandene kan lappe over hinanden,

således at to eller flere biogasanlæg kan blive afhængige af samme input. Hvis mangel på planlægning medfører at flere biogasanlæg vil konkurrere om samme samarbejdspartnere i anlæggets omegn, kan det muligvis medføre en større mængde CO₂ -udledningen i atmosfæren. Dette skyldes at de tunge transportmidler, altså lastbilerne, skal køre længere end nødvendigt, for at få fat i input til anlægget.

Ud fra analysen argumenterer projektgruppen for at lastbilerne der kører til og fra biogasanlægget udleder store mængder af CO₂ i atmosfæren. En større udledning af CO₂ påvirker jordens bæredygtighed i en negativ grad. Hvis biogasanlæg i fremtiden kan siges at bidrage til større udledning af CO₂ i atmosfæren som følge af dårlig planlægning omkring placeringen af biogasanlæg, argumenterer projektgruppen for at biogasanlægs bæredygtighed bør revurderes.

Pointerne fra diskussionen vil yderligere anvendes i projektets konklusion i nedenstående kapitel.

Kapitel 7. Konklusion

Besvarelsen af projektets problemformulering; "I hvilken grad er et biogasanlæg en energiforsynings-teknologi der bidrager til et mere bæredygtigt Danmark?", udarbejdes ud fra alle projektets analytiske pointer, hvormed det bliver muligt at konkludere på førnævnte spørgsmål. På mange områder kan biogasanlæg siges at være en bæredygtig energiforsynings-teknologi, men der er dog stadig visse svagheder og foranstaltninger der bør tages i betragtning for at sikre at biogasanlæg også vil være bæredygtige *på længere sigt*. En af de væsentligste svagheder der gør at biogasanlæg kan siges at fremstå mindre bæredygtige, er at transporten til og fra biogasanlæg udleder store mængder af drivhusgasser, hvilket bidrager til at mindske Danmarks bæredygtighed. Transporten bør derfor gøres langt mere bæredygtigt før at et biogasanlæg kan siges at være en oprigtig bæredygtig energiforsynings-kilde. Biogas der omdannes til biobrændsel, kan være en oplagt løsning på denne problematik, hvorved bæredygtig transport til og fra biogasanlæg kan realiseres forholdsvis nemt indenfor nærmeste fremtid. Derfor anses denne problematik ikke som værende nok til at betvivle biogasanlægs bæredygtighed. Selvom et biogasanlæg ikke kan siges at være helt CO₂-neutralt, er det alligevel blandt de bedste muligheder for at opnå et mere bæredygtigt Danmark. Grundet at biogasanlæg indgår i et cirkulært system, hvor ellers spildte ressourcers potentiale udnyttes optimalt, kan energiforsynings-teknologien siges at være en vedvarende energiforsynings-teknologi, hvilket medfører øget bæredygtighed i Danmark. Andre problematikker udledt af projektet er muligheden for metanudslip i tankene, samt mikroplast i den afgassede gylle. Disse problematikker er dog ikke belæg nok for at kunne gøre biogasanlæg mindre bæredygtigt, grundet at det er problematikker der forholdsvis nemt kan findes løsninger på. Biogasanlægs metanudslip kan nemlig ses som en designfejl, der kan undgås ved at skærpe kriterierne for tankenes konstruktion. Mikroplast kan undgås ved at indføre højere krav for sortering. På nuværende tidspunkt konkluderer projektgruppen desuden at der ikke er en betydelig sammenhæng mellem biogasanlæg og biodiversitet. Dette udledes af at gylle som input i biogasanlæg i dag ikke er stort nok til at medføre at biogasanlæg fastholder et kreatur baseret landbrug, som er skidt for jordens biodiversitet. Gyllen ville nemt kunne erstattes af andet organisk materiale, såsom madaffald fra private husholdninger eller industri. Biogasanlægs bæredygtighed kan yderligere siges at styrkes ud fra det grundlag, at biogas kan være med til at eliminere brugen af det fossile brændsel naturgas. Der er desuden visse foranstaltninger der bør tages i betragtning, såfremt at biogasanlæg også i fremtiden vil være en bæredygtig

energiforsynings-teknologi. Når alt kommer til alt, er det vigtigste at sikre at der ikke etableres flere biogasanlæg end at der fortsat bevares en vis fleksibilitet, til at muliggøre at bæredygtige omstillinger af andre områder kan foretages. Her tænkes der på at biogasanlæg i fremtiden ikke må risikere at fastholde andre ikke-bæredygtige samfundstendenser. Herunder kan nævnes unødvendigt madspild, samt unødvendig udledning af drivhusgasser fra et kreatur-baseret landbrug og livsstil. Derudover tænkes der i øvrigt på at det er vigtigt at biogasanlæg ikke skaber et konkurrencemarked, hvormed transporten til og fra et pågældende biogasanlæg forøges.

Projektets konklusion ender derfor ud i, at biogasanlæg kan siges at være en energiforsynings-teknologi der bidrager til et mere bæredygtigt Danmark. Såfremt at ovenstående foranstaltninger overholdes og tages i betragtning ved biogasanlæg også på længere sigt kunne bevare sin bæredygtighed. Derudover er det essentielt at transporten til og fra biogasanlæg forbedres markant hurtigst muligt, samt at metanudslip fra tankene og mikroplast i den afgassede gylle elimineres.

Kapitel 8. Afslutning

Projektets sidste kapitel indeholder et afsnit med litteraturliste, samt et med bilag. Her kan der ses alle kilder projektet er skrevet ud fra, samt bilag projektgruppen ikke har ment havde en plads i selve projektet. I bilag ligger blandt andet transskriberingen af projektgruppens semistrukturerede interview med DN, samt interviewguiden dertil.

8.1 Litteraturliste

Aarhus Universitet. (n.d.). *Interviewguide til semistruktureret interview* [Online]. Available at: https://projekter.aau.dk/projekter/files/77235359/Bilag_13.pdf?fbclid=IwAR2cOQdWURQeDRrXhWC2xyovr-2eoCzO1NXwErAzW7G1LVrRA1AKGK_Qnso [Accessed 1. May 2019]

Behrendt, M. L. (2018). *Plantebaseret kost reducerer drivhusgasser med op til 73 procent*. [online]. Available at: https://www.dr.dk/nyheder/viden/klima/plantebaseret-kost-reducerer-drivhusgasser-med-op-til-73-procent?fbclid=IwAR2w4NHkAbk_CSltJxZLvC7StBceu3lQ2xa75Cu2FeIVKoslf9yLEJZ5OcM [Accessed 22. May 2019]

Behrendt, M. L. (2019). *Stor Fn-rapport: Én million dyre- og plantearter er truet af udryddelse*. [online]. Available at: <https://www.dr.dk/nyheder/viden/natur/stor-fn-rapport-en-million-dyre-og-plantearter-er-truet-af-udryddelse> [Accessed 10. May 2019]

Beuse, E. (2000). *Vedvarende energi i Danmark - En krønike om 25 opvækstår 1975-2000*. (1. udgave). OVE.

Bigadan. (n.d.). *Solrød Biogas*. [online]. Available at: <https://bigadan.dk/c/cases/solroed-biogas>. [Accessed 15. May 2019].

Birkmose, T., Mikaelson, B., W. (2012). *Biogasanlæg bidrager til et bæredygtigt landbrug*. [online]. Available at:

[Biogasanlæg -](#)

[LandbrugsInfohttps://www.landbrugsinfo.dk/Energi/Biogas/Sider/pl_11_744_b1.pdf?List...](https://www.landbrugsinfo.dk/Energi/Biogas/Sider/pl_11_744_b1.pdf?List...)

[Accessed 11. April 2019].

Bogner, Littig, Menz. (2009). *Introduction: Expert Interviews — An Introduction to a New Methodological Debate*. [online]. Available at:

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/kbdk/reader.action?docID=533543>

[Accessed 1. May 2019]

Brinkmann, Svend., Tanggaard, Lene. (2010): *Kvalitative metoder: en grundbog*. Hans Reitzels forlag. 1. udgave, 2. oplag.

Cameron, J., Cameron, S. A. (2017). *Animal agriculture is choking the Earth and making us sick. We must act now*. [online]. Available at:

<https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/dec/04/animal-agriculture-choking-earth-making-sick-climate-food-environmental-impact-james-cameron-suzy-amis-cameron?fbclid=IwAR1OXZHwVNr6GeI43qsin7V6G2o2F3sypTgc1Rc016bRfIGsnodQwOqktew>

[Accessed 11. May 2019].

Christiansen, Petersen. (2017). *Naturgas*. [online]. Available at:

http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Geologi_og_kartografi/Oliegeologi/naturgas [Accessed 12. May 2019]

COWI, ØRSTED BIOENERGY & THERMAL POWER. (2018). *Nyt biogasanlæg ved Avedøre Holme*. [online]. Available at:

<https://lbr.hvidovre.dk/~~/media/ESDH/committees/88/1706/57745.ashx>

[Accessed 11. May 2019].

Damvad Analytics. (2018). *Biogas som drivmiddel i den tunge transport*. [online]. Available at: <http://www.transportweb.dk/downloads/files/damvad-biogas-tung-transport.pdf>

[Accessed 13. May 2019].

Danmarks Naturfredningsforening. (2018). *Fremtidens energiforsyning i Danmark*. [online].

Available at:

https://issuu.com/danmarksnaturfredningsforening/docs/energiforsyningspolitik_2018_lav_op [Accessed 10. May 2019]

Danmarks Naturfredningsforening. (n.d. A). *Kommunernes Naturkapital*. [online]. Available

at: <http://www.biodiversitet.nu/naturkapital> [Accessed 22. May 2019].

Danmarks Naturfredningsforening. (n.d. B). *Om Projekt Biodiversitet Nu*. [online]. Available

at: <http://www.biodiversitet.nu/> [Accessed 3. May 2019]

Danmarks Naturfredningsforening (n.d. C) *Vi er Danmarks største grønne*

medlemsorganisation. [online]. Available at: <https://www.dn.dk/om-os/> [Accessed 1. May 2019]

Danmarks Vindmølleforening. (2013). *Fakta om Vindenergi*. [online]. Available at:

<http://www.dkvind.dk/fakta/M5.pdf> [Accessed 16. May 2019].

Dansk Landbrugsrådgivning (DLBR). (2012). *Biogasanlæg - bidrager til*

et bæredygtigt landbrug. [online]. Available at:

https://www.landbrugsinfo.dk/Energi/Biogas/Sider/pl_11_744_b1.pdf?List=%7B7bcae392-129d-42e9-bbf5-349ffda8b895%7D&download=true [Accessed 21. May 2019].

Den Store Danske. (2017). *CO₂-neutral*. [online]. Available at:

http://denstoredanske.dk/Natur_og_milj%C3%B8/Milj%C3%B8_og_forurening/Luftforurening/CO2-neutral [Accessed 16. May 2019].

Det Grønne Kontaktudvalg (2012). *Danmarks natur frem mod 2020 - om at stoppe tabet af biologisk mangfoldighed*. Multiart Silk hos SvenborgTryk.

De Vries, Marc. (2016). *Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers*. Springer, kapitel : technological artifacts, s. 11-21.

Dorrit Saietz. (2016). *Klima: ingen har styr på lastbilers brændstofsforbrug*. [online].

Available at:

<https://politiken.dk/oekonomi/art5639505/Klima-Ingen-har-styr-paa-lastbilers-brændstofsforbrug> [Accessed 10. May 2019].

Energistyrelsen (2011). *Biogas - finansiering, input og opgradering* [online]. Available at:

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/EnergiKlimapolitik/biogas_-_finansiering_input_og_opgradering.pdf [Accessed 19. May 2019]

Energistyrelsen. (2014). *Biogas i Danmark- status, barriere og perspektiver*. [online].

Available at:

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/biogas_i_danmark_-_analyse_2014-final.pdf?fbclid=IwAR1pd5nFudBTw5SsS3y2VfajBfYdpQu6sszxMKRSTiN5HlyPrJC_IZgk_WYE [Accessed 13. May 2019]

Energistyrelsen (n.d.). *Biogas*

i Danmark - status, barrierer og perspektiver, s. 35-37. [online]. Available at:

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/biogas_i_danmark_-_analyse_2014-final.pdf [Accessed 10. May 2019].

Energinet. (n.d.). *Biogastilslutning til gasnettet*. [online]. Available at:

<https://energinet.dk/Gas/Biogas/Biogastilslutning-til-gasnettet> - [Accessed 10. May 2019]

Energistyrelsen. (n.d.). *Fakta om drivhusgasser*. [online]. Available at:

<https://ens.dk/ansvarsomraader/energi-klimapolitik/fakta-om-drivhusgasser> [Accessed 24. April 2019].

Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet. (2018 A). *Danmark som foregangsland på energi og klima*. [online]. Available at: <https://efkm.dk/ministeriet/publikationer/> [Accessed 23.

April 2019].

Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet. (2018 B). *Klimapolitisk redegørelse 2018*. [online]. Available at: <https://efkm.dk/ministeriet/publikationer/> [Accessed 22. April 2019].

Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet. (n.d.). *Parisaftalen 2015*. [online]. Available at: <https://efkm.dk/klima-og-vejr/klimaforhandlinger/parisaftalen-2015/> [Accessed 23. April 2019].

FDEL. (2018). *Beregning af CO₂-udledning*. [online]. Available at: <https://fdel.dk/guides/beregning-af-aekvivalent-km-l-for-elbiler-ud-fra-co2-udledning/> [Accessed 22. April 2019].

Gasfabio. (n.d.). *Biogasanlæg i Egedal skal bidrage til forbedret miljø og klima*. [online]. Available at: <https://gasfabio.dk/> [Accessed 15. May 2019].

Haugaard-Nielsen, H. (2019). *Design af cirkulære løsninger indenfor fødevarer og bioenergi*. PowerPoint fra undervisningsgang d. 17 april 2019.

Ingeniøren. (2018). *Overset miljøproblem? Mikroplast spredes især på landjord og i ferskvand*. [online]. Available at: <https://ing.dk/artikel/overset-miljoeproblem-mikroplast-spredes-isaer-paa-landjord-ferskvand-222316> [Accessed 11. May 2019]

IPCC. (2014). *AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. s. 44. [online]. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/> [Accessed 22. April 2019].

Jørgensen, E, S. (2009). *Bærdygtighed: Naturen viser vejen*. Århus: Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck A/S

Jørgensen, Niels (2018). *Digital signatur. En eksemplarisk analyse af en teknologisk indre mekanismer og processer*. Undervisningsmateriale til kurset Teknologiske Systemer og Artefakter (TSA).

Danmark, Roskilde Universitet. [online]. Available at:

[Digital signatur. En eksemplarisk analyse af en teknologis indre ...webhotel4.ruc.dk/~nielsj/research/publications/indre-mekanismer.pdf](https://webhotel4.ruc.dk/~nielsj/research/publications/indre-mekanismer.pdf)

[Accessed 2. May 2019].

Jørgensen, N., Christensen T.,B., Jelsøe, E. (2018). Forelæsning d. 1-11-2018. *Teknologiers indre mekanismer og processer* (slide 3). Kursus: Teknologiske systemer og artefakter, Humanistisk-Teknologisk bacheloruddannelse, Roskilde Universitet.

Jørgensen, Peter Jacob (2009). *Biogas - grøn energi*. Det jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet. 2. udgave 1. oplag.

Kristensen, K. T (2010). *Kunsten at brødføde verdens befolkning* [online]. Available at: <https://videnskab.dk/kultur-samfund/kunsten-brodfode-verdens-befolkning> [Accessed 22 May 2019]

Lemvig Biogas. (n.d.). *Gylletransport*. [online]. Available at: <https://lemvigbiogas.com/lemvig-biogas/> [Accessed 12. May 2019].

MacArthur, E. (n.d.). *What is Circular economy? A framework for an economy that is restorative and regenerative by design*. [online]. Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept> [Accessed 14. April 2019].

Miljøstyrelsen. (1996). *Drivhuseffekt og klimaændringer*. [online]. Available at: <https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/1997/apr/drivhuseffekt-og-klimaaendringer/> [Accessed 14. May 2019].

Miljøstyrelsen. (n.d.). *Luftforurening fra skibe*. [online]. Available at: <https://mst.dk/luft-stoej/luft/luftforurening-fra-skibe/> [Accessed 11. May 2019].

Miljø- og Fødevarestyrelsen. (n.d.). *Hvad er en bæredygtig udvikling?* [online]. Available at: <https://mst.dk/erhverv/groen-virksomhed/baeredygtig-udvikling/hvad-er-baeredygtig-udvikling/> [Accessed 12. May 2019].

Nature Energy. (n.d.). *En grøn fremtid med biogas*. [online]. Available at: <https://natureenergy.dk/gron-fremtid-med-biogas> [Accessed 16. May 2019].

Nielsen, J. S. (2019). *Menneskearten udgør en mikroskopisk del af klodens biomasse, men er ved at smadre Jordens balance* [online]. Available at: https://www.information.dk/udland/2019/04/menneskearten-udgoer-mikroskopisk-del-klodens-biomasse-ved-smadre-jordens-balance?utm_medium=social&utm_campaign=btn&utm_source=facebook.com&utm_content=tp&fbclid=IwAR2v2Z8UsFCxvHmgs25Z1MH8CiJY43qrceP0pbu2jBZZpiX9PDMnl6bLYH0 [Accessed 20. May 2019]

Rogers, Everett M. (1983). *Diffusion of innovations* (3. ed., Everett M. Rogers ed.). New York, London: Free Press Collier Macmillan.

Pedersen, L., J. (2018). *Hvad er biomasse? Og hvorfor løser det ikke vores klimaproblemer?* [online]. Available at: https://www.dn.dk/nyheder/hvad-er-biomasse-og-hvorfor-loser-det-ikke-vores-klimaproblemer/?fbclid=IwAR0iBvpKNrNak1R367PNz20mpIYLPro2Kjk8OmvkmzfXFnaISG8yan-6K_g[Accessed 13. May 2019].

Pedersen, J. (2018). *Hvad er biomasse? Og hvorfor løser det ikke vores klimaproblemer?* [online]. Available at: https://www.dn.dk/nyheder/hvad-er-biomasse-og-hvorfor-loser-det-ikke-vores-klimaproblemer/?fbclid=IwAR0SBB3hsqQJD3_ByxadkzwAIPNEOeUGVhnLKOefiNkIkyii-XJRvQvQhlc [Accessed 28. April 2019]

Pries-Heje, J., Baskerville, R., Venable, J. (2014). *Soft Design Science Methodology*. i J Simonsen, C Svabo, SM Strandvad, K Samson, M Hertzum & OE Hansen (red), *Situated Design Methods*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Design thinking, design theory, nr. [6], s. 77-95.

Roskilde Universitet (2018). *Uddrag – fosfor*. (Slide 10). Kursus: Metoder

i miljø- og teknologivurdering, Teknologisk-Samfundsvidenskabeligt-Miljøplanlægning [online]. [Accessed 9. May 2019]

Pries-Heje, J. (2017). *Design Evaluering*. (Slide 7). Kursus: Design og Konstruktion I. [online]. [Accessed 20. May 2019]

Solrød Biogas. (n.d.). *Hvad er Biogas?* [online]. Available at: <https://solrodbiogas.dk/hvad-er-biogas/> [Accessed 10. May 2019].

Saietz, Dorrit. (2018). *Klima: Ingen har styr på lastbilers brændstofsforbrug*. [online]. Available at: <https://politiken.dk/oekonomi/art5639505/Klima-Ingen-har-styr-p%C3%A5-lastbilers-br%C3%A6ndstofsforbrug> [Accessed 13. May 2019].

Urban Forestry Network. (n.d.). *Trees Improve Our Air Quality*. [online]. Available at: <http://urbanforestrynetwork.org/benefits/air%20quality.htm> [Accessed 13. May 2019].

Verdensmålene. (n.d.). *Hvad er FN's verdensmål for bæredygtig udvikling?*. [online]. Available at: <https://www.verdensmaalene.dk/> [Accessed 14. May 2019].

Vugge til vugge. (n.d.). *Cirkulær økonomi*. [online]. Available at: <https://vuggetilvugge.dk/viden-om/cirkulaer-oekonomi/> [Accessed 16. April 2019].

8.2 Bilag

Bilag 1

TABEL 2. Bogholderi af den globale bæredygtighed

Aktivitet	Bæredygtigheden øges	Bæredygtigheden reduceres
<i>Ændringer i naturen (NAK)</i>		
Økosystemer til landbrug		×
Økosystemer til byudvikling		×
Restaurering af økosystemer	×	
Spildevand, fast affald, luftforurening		×
<i>Fornyelige ressourcer (NAK)</i>		
Forøgelse af fornyelige ressourcer	×	
Nedgang i fornyelige ressourcer		×
<i>Ikke-fornyelige ressourcer (NAK)</i>		
Spredning/forbrug af ikke-fornyelige ressourcer		×
Forbrug af fossilt brændsel		×
Opkoncentrering fra malm til metal	×	
<i>Produktion og forbrug (SAK)</i>		
Produktion af produkter	×	
Reparation af produkter	×	
Slid af produkter		×
Forbrug af enhver art		×
Byggeri og infrastruktur	×	
<i>Information og viden (SAK)</i>		
Spredning af information, aviser, bøger, film, video, telefonsamtaler m.m.	×	
Forskning, ny viden, uddannelse	×	
<i>Andet (SAK)</i>		
Krig, vold og terror		×

Bogholderi af den globale bæredygtighed, (Jørgensen, 2009, s. 57).

Bilag 2

Interview med Sine Beuse Fauerby fra Danmarks Naturfredningsforening.

Informant: Sine Beuse Fauerby fra Danmarks Naturfredningsforening.

Interviewer: Frederikke Villersholt & Sofie Mignon fra projektgruppen

Interview start.

Informant: *Jeg hedder Sine. Jeg har været her i 11 år snart og har lavet alt muligt forskelligt herinde, men primært arbejdede med hele den grønne omstilling. Jeg startede med at arbejde rigtig meget med klima og energiforsyning og derfor også biogas, da vi i 2010 lavede vi den første politik. Altså vi laver sådan nogle politikker der siger "hvad arbejder vi for og hvad mener vi" fordi vi er jo en demokratisk forening. Nu ved jeg ikke hvor meget i kender til os, men vi er jo sådan at man vælger en repræsentant, vi har en præsident der er valgt af vores repræsentantskab. Vi har lokale afdelinger i alle kommuner og vi har de her 130.000 medlemmer. Så det sådan en meget demokratisk forening, så når vi siger hvad skal vi mene om hele energiforsynings-området, så laver vi i sekretariatet et oplæg til vores politik på det område, som så bliver behandlet politisk i hele organisationen. Og der i 2010 der var biogas så en del af det politiske oplæg, til hvad skulle vi egentlig mene om biogas. Og dengang og siden da, har vi haft tilbagevendende diskussioner om biogas som politikområde. Men jeg har faktisk ikke så meget energiområdet mere, fordi jeg fik så mere og mere cirkulær økonomi og hele den sådan omstilling, produktion og forbrug, miljømærker, grønne indkøb, hele den dagsorden. Jeg har en anden kollega der sidder rigtig meget med energiforsyning og klima. Jeg sidder på kontor med ham der har det, så på den måde er vi meget inde over. – 02.20 – 03.51*

Interviewer: Så vil vi gerne bare starte sådan helt overordnet, for vi har jo læst en masse om jer og også jeres energiforsynings-politik. Hvordan vil du definere begrebet bæredygtighed, ud fra hvordan danmark's naturfredningsforening ser det? 03.51 – 04.09

Informant: *Ja, altså det er jo en del af vores formålsparagraf, helt tilbage fra, da den engang blev vedtaget. Øh, Og et bæredygtigt samfund, det er jo, altså helt tilbage fra brundtland, og hele den diskussion at være bedre social, bæredygtighed, økonomisk, miljømæssigt og det jo klart vi har fokus på miljømæssig bæredygtighed, ... og vi har fokus på, hvordan sådan den grønne omstilling er sådan når vi for eksempel gerne vil have, vi skal en hel masse på klima, så er det klart, så siger vi jamen, når vi skal redde vores klima - og det har vi jo arbejdet med de sidste mange år - så skal vi jo ikke finde på nogle løsninger der så giver os andre problemer. For eksempel så er vi jo imod atomkraft stadigvæk, selvom der er mange der synes at det er*

svaret på klimaet nu her. Det er fordi det giver os en hel masse andre problemer affaldsmæssigt, ... alle mulige andre forureningsfarer ved det. Det samme med økologi. Altså det nytter ikke noget at når vi finder nogle løsninger, og vi så er så fokuseret på et eller andet spor, så vi ikke har hele den brede bæredygtige omstilling. Altså at vi finder noget der giver os andre, problemer andre steder i verden eller i den danske natur. Så vores bæredygtighedsbegreb er sådan den meget brede grønne omstilling altså til et mere klimavenligt samfund der ikke forurener hverken luft, jord, natur ... osv. Og det sociale og økonomisk bæredygtige, det er der rigeligt andre, der interesserer sig for. 04.09 – 05.26

Interviewer: Hvilken rolle spiller biogasanlæg for jer og jeres vision om et bæredygtigt Danmark? 05.26 – 05.32

Informant: Ja altså sådan i starten der var det jo meget en del sådan af en energiforsyning. Der var det meget sådan at vi har jo altså et gasnet i Danmark mange steder der hvor der er naturgas. Og hvis man nu skal bruge det net til noget andet, ude i den private forsyning ... så var biogassen oplagt erstatning til naturgas. Og det er jo meget sådan det startede med at biogas det var oplagt at smide ind i vores energiforsyning, men også fordi det var oplagt i forhold til at løse nogle problemer i landbruget, at biogas har ... en løsning i forhold til alt det gylle vi smider ud på markerne. Det bliver faktisk noget bedre for vores natur og miljø hvis det lige har været omkring et biogasanlæg, før det kommer ud på markerne. Så det var en løsning på et landbrugsproblem og en løsning på et energiproblem. Så i takt med cirkulær økonomi og den dagsorden så er det også blevet et redskab i - jeg ved ikke hvis i har haft cirkulær økonomi, så har i haft de to forskellige kredsløb, det tekniske og det biologiske. Og vi kommer ikke i mål med det biologiske kredsløb hvis ikke vi har en måde at få næringsstoffer tilbage til jorden. Og det er der biogas også spiller en løsning. Og så har vi jo så ... - Det var så alle fordelene ik. Og så har vi jo så ... okay jamen så er der også en række udfordringer ved biogas. Altså det - selvfølgelig er der sådan rent teknisk at anlæggene skal selvfølgelig være tætte, der skal ikke stå og komme masse metan udspil ud af dem. Og så har vi jo så det med at altså nabostrid, altså det skal heller ikke bidrage til lokale scener med lugt osv. Men samtidig så kan man sige at biogasanlæg – det er jo så altafgørende at det renseprodukt der kommer ud fra det anlæg, ud over gassen vi sælger, det er det kommer ud på markerne. Og det skal selvfølgelig være uden mikroplast, uden hormonforstyrrende stoffer og alle sådan nogle ting. Så få det så rent. Det er egentlig det som er udfordringen ved biogas i vores optik, det er at det restprodukt vil vi rigtig gerne have tilbage på markerne det økologiske landbrug har brug for det. Altså de

kan ikke fungere uden at få den tilførsel af næringsstoffer, så skal vi bare sørge for at det restprodukt så ikke bidrager til andre skader. 05.32 – 07.33

Interviewer: Så det er sådan de største barrierer i ser som det med biogasanlæg. Det er meget det der med at få et rent produkt tilbage ikke? 07.33 – 07.41

Informant: Jo 07.41-07.42

Interviewer: Har i andre barrierer om det, eller er det hovedsageligt det i sådan ser... 07.42-07.45

Informant: Nej altså så har der tidligere været med biogas, så har det været sådan at – og det er jo meget op til, det jo den enkelte landmand nærmest der var interesseret i biogas og vi kunne godt tænke os at der havde været mere sådan en national planlægning ik'. Og sige, hvor er det egentlig vi har behov for biogas henne i det her land, hvis man sidder ned med Danmarkskortet ik' fordi vi så rigtig mange, vi får alle sådan miljøgodkendelser ind, så vi så rigtig mange der gerne vil lave et biogasanlæg her for eksempel og så har de tegnet sådan et opland i en stor cirkel rundt om, men så herover ligger der også nogle der vil lave et biogasanlæg, der har også tegnet et opland og de to cirkler lapper måske ind over hinanden, altså sådan ressourcemæssigt, så de begge to var afhængig af den samme input. Og det siger for os bare mangel på national planlægning, i forhold til hvor mange biogasanlæg har vi egentlig brug for, hvor skal ressourcer komme fra, ... hvor skal det, er der altså – hvad for nogle marker skal næringsstofferne tilbage til og sådan nogle ting. Så det har været sådan kassering mæssigt. 07.45 – 08.46

Interviewer: okay, så det har også været samarbejdet som kan ses som en problemstilling inden for biogas implementering. Altså samarbejdet mellem de forskellige? 08.46 – 8.56

Informant: Ja men det jo forskellige aktører der vil have biogas, nogle er nogle små landbrug ik, for 10 år siden var det meget mere småt og så kom sådan nogle som nature energi ind, som laver altså meget professionelt og en helt anden måde at håndtere det på end sådan som det foregik tidligere. Men jo også nogle kæmpe store industrianlæg ... så det kræver bare noget andet planlægning. 8.56 – 9. 21

Interviewer: Så tager vi lige et overordnet spørgsmål igen, ifølge jer, hvorfor er det så vigtigt at have en god biodiversitet i Danmark? For det er også noget vi forbinder Danmarks Naturfredningsforening meget med fordi i har en hjemmeside der også handler om biodiversitet, så vi var meget nysgerrige på at høre jer, hvorfor er det vigtigt med god biodiversitet? 9.21 – 9.46

Informant: *Ja men jeg tror hvis man hørte nyhederne i går så havde man nok fået det svarene på det rigtig mange gange fordi at der i går kom den store rapport om hvor skidt det egentlig står til med biodiversiteten. Og det er igen tilbage til vores formålsparagraf om rig og mangfoldig natur, bæredygtig samfund og det jo fordi det hænger sammen. Altså du får ikke en rig og mangfoldig natur hvis ikke du har en bæredygtig produktion og forbrug. Altså du kan ikke sidde ude og tælle sommerfugle og bare gå op i "hey der skal være det her levested for en sommerfugl" hvis ikke du også tænker på, hvad påvirker så det levested, altså hvad kommer røg, støj og møg ind og påvirker vilkårene – det er ammoniakudledning osv. Ik'. Så det hele spiller jo sammen og hænger sammen. Og jeg tror hvis man hører sådan vores politiske ledelse for tiden, så er det jo meget sådan med at der er to store kriser ik' der jo sådan biodiversitetskrisen og der er klimakrisen. Klimakrisen er så også i allerhøjeste grad med til at accelerere på biodiversitetskrisen. ... og vi har jo – altså det er helt tilbage fra sådan basis øko-system tankegang, vi ved jo ikke alle de her dyr, de har alle sammen en funktion i vores samfund og hvis der er nogle dyr som falder ud af vores verden så ved vi faktisk ikke hvad det kommer til at have af konsekvenser. 9.46 – 10.58*

Interviewer: Ja så det er den her balance mellem natur og samfund ik? Eller som mennesket 10.58 – 11.03

Informant: *Jo at vi påvirker naturen helt vildt, altså i forhold til hvad er det for et samfund vi gerne vil give videre til vores børn og børnebørn. 11.03 – 11.13*

Interviewer: Ja, ser i en sammenhæng mellem biogasanlæg og lav biodiversitet? 11.13 – 11.19

Informant: *Ikke nødvendigvis nej. 11.19 – 11.21*

Interviewer: Jeg vil spørge ind til nemlig noget med i har sådan et skema på det der biodiversitet.nu, noget med naturkapital over Danmarks fordeling af deres natur, for eksempel

så er der meget skov og meget mark og der er ikke så meget... jeg ved ikke om du ved hvad
... 11.21 – 11.40

Informant: *Nej, det har jeg ikke, det kan jeg ikke se for mig, men altså vi har jo, altså en af de helt store udfordringer med biodiversiteten, det er jo den måde vi forvalter arealerne på og det er klart når det er over 60% af det danske land, er udelagt til stort set intensiv landbrug. Det er det der er den store udfordring for vores biodiversitet. Og så kan man sige biogas er det noget – der er mange i vores forening der er bange for at biogas ville fastholde landbruget, altså være sådan noget der kunne holde fast på at nu skulle landbruget være der fordi vi var afhængige af en biogasproduktion. ... for 10 år siden den gang den diskussion startede, der var det 5% af alt gylle der blev kørt til biogasanlæg, så havde man en vision om at det skulle være 50% af alt gylle der skulle i 2020 komme til biogasanlæg. Det er vi stadig langt fra. Så vi har aldrig rigtig købt ind på den præmis om, at det at vi har biogas at det fastholder en intensiv landbrugsproduktion. Og hvis vi ikke vil have biogas så – altså vi er også nødt til at løse nogle af de aktuelle problemer vi står med, med landbrugsproduktionen. Vi vil godt kunne halvere den danske landbrugsproduktion i dag, uden at vi ville mangle input til et biogas. Altså det ville ikke ... det ville ikke give os nogle problemer. På den måde og samtidig med at biogas også er en løsning på andre ting. Altså i Sverige har man en helt anden måde at tænke biogas end vi gør i dag. I Sverige tænker man jo også meget biogas i forhold til madaffald. Og det er jo derfor at i hele den omstilling – jeg sidder med cirkulær økonomi og affaldshåndtering, affaldssortering, der er vi også afhængige af biogas som teknologi. Der er ikke nogen der siger det skal være ejet af landmændene eller det skal ligge ude ved landbrug. Det kunne ligeså godt ligge i industrikvarter alt muligt andet. Men vi er afhængige af biogasteknologi til at kunne lukke cirklen i cirkulær økonomi. 11.40 – 13.24*

Interviewer: Ja det så vi nemlig, også inde på jeres energiforsyningspolitik at i også talte om det input der ligesom kommer i biogasanlæggene, altså at det er vigtigt at for eksempel – vi kunne se at i gerne vil udfase biomasse ik? 13.24 – 13.37

Informant: Jo. 13.37 – 13.38

Interviewer: Inden 2040? 13.38 – 13.41

Informant: Ja. 13.41 – 13.42

Interviewer: Hvordan skal jeg formulere det, så hvilket input ser i som det mest bæredygtige at skulle benytte i biogasanlæggene? 13.42 – 13.52

Informant: *Jamen altså biogasanlæg skal kunne mange ting. Og det skal også kunne tage mange forskellige input. Det er klart altså mange steder så har man forbundet biogasanlæg med gylle og det kalder vi i virkeligheden bare gylleanlæg, altså. Og det er ikke det vi synes der er fremtidens anlæg, der er jo heller ikke meget energi i gylle, altså det er noget tyndt sprøjt du ikke får særlig meget ud af. Så der er masser andre kilder der ville være mere oplagt. Altså for eksempel madaffaldet. Det skal dér ind. Forhåbentligt skal de mængder også falde, vi skulle gerne producere mindre og mindre madaffald ik' men samtidig så er der jo også nogle der putter altså industri restprodukter ind i det. Nede i Solrød vil man jo også – der er et biogasanlæg der er ophængt på noget industri rest ... altså så er der nogle der putter alge eller sådan noget tang ind i ik' ... restproduktioner fra alle mulige andre industriproduktioner. Og så selvfølgelig altså ... kan gyllen også ligeså godt komme der ind, så er der hønsemøg, der er alt muligt der er blandet... Men vi synes selvfølgelig ikke man skal dyrke afgrøder til at putte i et biogasanlæg. Det er vi heller ikke – altså det kunne man gøre med nogle græsser jo, men altså et biogasanlæg kan jo ikke tage energipiler og påbegynde sådan noget og sådan noget heller så det jo ik' det store problem.*

det store problem med det, det er at vi brænder det af i vores kraftværker. 13.52 – 15.07

Interviewer: Ja præcis. Noget jeg sad og tænkte på det er, inde på mange af jeres artikler og sådan, der snakker i om sådan de rigtige vedvarende energikilder ik? Som vind og bølgekraft og sol og jordvarme og sådan. Og vi undre os bare sådan, biogas, hvor vil i placere den i forhold til de vedvarende energikilder? 15.07 – 15.27

Informant: *Jamen den placerer vi som vedvarende energi. 15.27 – 15.30*

Interviewer: Okay, ja fordi... 15.30 – 15.32

Informant: *Fordi at vi ønsker et opgør med, så vidt jeg husker i hvert fald, vi ønsker et opgør med hele det der afbrændings. Og for os er det bare vigtigt at man ikke brænder ressourcer af, for så har du destrueret alle ressourcerne. Og det gør du jo ikke i et biogasanlæg. Der har du det jo netop som en teknologi til at kunne recirkulere nogle næringsstoffer. 15.32 – 15.51*

Interviewer: Okay, så i ser biogas som en vedvarende energikilde? 15.51 – 15.55

Informant: *Ja vi ser det som en fremtid, altså som noget af det der bliver en del af fremtidens energisystem 15.55 – 16.00*

Interviewer: Ja, okay jamen det er jo også lidt spørgsmålet... 16.00 – 16.04

Informant: *Også fordi vi har behov for gassen ik' til tung transport. Vi har jo behov for noget mere bæredygtig gas end øh ... 16.04 – 16-11*

Interviewer: Så jeres kriterier for en definition af en vedvarende energi det er at fjerne den her afbrænding og at det bare en energi som man kan få fat i hele tiden? 16.11 – 16.26

Informant: *Ja. 16.26 – 16.27*

Interviewer: Så enden kommer det fra vind og sol som ligesom er vedvarende og ellers så skal man sørge for at inputtet i biogasanlæg også er sådan.. i hvert fald er bæredygtigt, at det ikke er det der med at man tager ressourcer? 16.27 – 16.39

Informant: *At du ikke destruerer en ressource. Altså forudsætningen er også at du får næringsstofferne tilbage til kredsløbet ik' altså hvis du bare får næringsstoffer ud, og så bare brænder det af, så er vi jo ikke.. – altså du tager alle restfraktioner fra et biogasanlæg og sender det til afbrænding, så er det jo ikke en vej frem, men altså geotermi (geotermisk energi) er også en del af vedvarende energi i vores optik. 16.39 – 16.59*

Interviewer: Ja, så tilbage til det der cirkulærer økonomi igen. Hvor vi vil spørge om, altså er det en model i vægter højt i jeres vision for ligesom at skabe de her klimaforbedringer? 16.59 – 17.16

Informant: *Ja, altså det er fordi at cirkulær økonomi ... altså det er jo ikke modsætninger. ... hvis man skal have... der nogle de regner kun, når de snakker klima, så regner de kun CO₂. og det gør vi aldrig. Altså fordi at det kan du ikke – altså du kan ikke sætte det ud sådan. Men altså i en cirkulær økonomi der ligger jo også det at vi forbruger mindre. Der ligger jo også*

det at vi deler ressourcer ik'. Vi leaser og lejer produkter, og hele den dagsorden. Og det jo med til også at være positivt for vores klima. Så derfor så er det ... og det tror jeg egentlig har været nyt for mange, og overraskede mig lidt, det havde jeg ikke sådan tænkt at folk ikke tænkte på samme måde som os, men selvfølgelig er cirkulær økonomi, en forudsætning for fremtidens samfund, fordi lige så snart du skal udvinde ressourcer, så er det klima – altså på den måde spiller det 100% sammen. Så vi vil ikke anbefale en energiteknologi, som vi ikke også tænker kan være en del af cirkulær økonomi. 17.16 – 18.16

Interviewer: Så i ser bæredygtighed og cirkulærøkonomi som en stærk sammenhæng? 18.16 – 18.21

Informant: *Ja altså cirkulær økonomi er et redskab til bæredygtig. Det er sådan et middel til målet. 18.21 – 18.28*

Interviewer: Så vi ville høre jer, altså biogasanlæg, ser i det som en nødvendighed, for at kunne omdanne Danmarks energinet til vedvarende energi-udeledende 18.28 – 18.46

Informant: *Ja, ja men det ville det være. Altså og det er jo ud fra hvad vi har behov for energi til i dag. Altså når du får en gas du kan smide ind på nettet – på gasnettet – så har du noget du kan lagre og vi har behov for noget energi vi kan lagre. ... du har noget du vil bruge i den tunge transport ... så det er sådan, hvis du ser på hele vores sammensætning, så er det en teknologi vi har behov for, til at kunne opretholde samfundet. 18.46 – 19.13*

Interviewer: Vi tænker også meget på det der med vind og sol, der er energiproduktionen jo meget svingende, så det er også derfor at, vi tænkte om i også så biogasanlæg som nødvendigt for ligesom at stabilisere, ja og som du også sagde lidt med biogassen ik' men også med el der kommer fra biogas, at det er nødvendigt at have nogle lidt mere stabile... 19.13 – 19.32

Informant: *Ja og det er jo nødvendigt at have noget du kan bruge når ikke der er noget. Altså varmepumper bliver uden tvivl det største og bedste vi, også i fremtiden kommer til at se meget mere af de rigtig store varmepumper. Og en nødvendig energiteknologi. Men hvor vi også har – og vi har også behov for gassen til – altså det kan hurtigt blive sådan lidt teknisk men til at starte op og lukke ned processer. Og ude på industri og virksomheder har de også behov for*

noget hurtig energi de kan tænde og slukke for. Og der kan gassen også være ... det mest oplagte valg. 19.32 – 20.04

Interviewer: Vi tænkte også på, det er fordi nogle af artiklerne vi også har læst på jeres hjemmeside, der snakker i meget om det der med at man ikke kan se et biogasanlæg som måske værende 100% CO₂-neutralt. 20.04 – 20.17

Informant: Vi bruger ikke ordet CO₂-neutralt, altså vi bruger aldrig begrebet CO₂-neutralt, hvis vi kan blive fri for det 20.17 – 20.24

Interviewer: ... hoveddefinitionen af CO₂-neutralt 20.24 – 20.28

Informant: *Ja, der er ikke noget der er CO₂-neutralt i vores optik, altså det findes ikke de begreb og man skal holde op med at bruge det. Altså det er i hvert fald vores korte svar på det. Og så kan man sige der er noget der er bedre end andet. Og der er biogas bedre end andet altså under en hel masse forudsætninger. Det er jo klart at et mega dårligt anlæg, der er utæt og alt muligt, er jo ikke specielt god. 20.28 – 20.53*

Interviewer: Jamen vi er faktisk ved at være der. Det var dejligt hurtigt effektivt må man sige. Jeg ved ikke om du har nogle pointer du føler at du har brug for at sige omkring jeres politik omkring biogasanlæg i forhold til det her med at vurdere det som en bæredygtig energiforsyning. Om du har nogle ting vi måske ikke fik nævnt? 20.53 – 21.16

Informant: *Nej altså jeg tror at der er har været mange som har været bange for det der med fastholdelse af en svineproduktion rundt omkring i landet ik' at det var en teknologi til det. Og det har vi hele tiden prøvet på at ligesom at skyde nede, altså være sådan – fakta ik' og sige hvor meget gylle er det egentlig vi bruger i biogasanlæg i dag. Så det synes jeg ikke er et argument imod. Der kan være mange andre anlæg hvor det kører dårligt. 21.16 – 21.39*

Interviewer: Ja for man har jo også hørt det med at man siger at så kan man med biogasanlæg bruge noget af det madspild vi ligesom har. Og så er der jo nogle der argumenterer for – men så opretholder vi jo mængden af madspild, fordi den fjerner vi jo bare og putter i biogasanlæggene 21.39 – 21.56

Informant: Ja. 21.56 – 21.57

Interviewer: Hvor at det jo også omhandler at vi skal have reduceret vores mængde af madspild. Om det kunne være en problematik, hvis vi nu implementeret flere biogasanlæg i Danmark?
21.57 – 22.06

Informant: Jo, og det er jo helt sådan faren for, men det er det jo med alle teknologier, altså vi kan jo se det fra vores affaldsforbrændingsanlæg, har vi fastholdt en kæmpe produktion af affald, fordi vi bare har kunne smide det ind i nogle forbrændingsanlæg der så har destrueret det. Og det vil der hele tiden være en fare for og det er derfor man så har behov for nationale mål og strategier, der siger vi skal noget andet, vi skal nedbringe de mængder. Og derfor vi også har behov for biogasanlæggene ikke bare er et landbrugsejet anlæg, men at de er de der fleksible kilder der kan ta' forskellige input. Og så noget af det der ville være rigtig godt for vores natur og miljø, det er jo også at vi får langt mere dyrkning af nogle græsser ude på markerne, at der simpelthen er græs ... sådan og flere årig afgrøder, alle mulige ting i nogle afgrøder som godt ville kunne bruges. Altså hvor man godt ville kunne bruge nogle restprodukter i et biogasanlæg. Så på den måde – selvfølgelig skal vi.. Og det er jo, hvis man kender affaldspyramiden, så ved man at reduktion og forebyggelse er det første der kommer ind. Og så kan man jo styre det med økonomiske virkemidler. Altså du kan jo, ligesom dem gang man sagde "hey det er faktisk ikke super smart at man dyrker en At vi smider fødevarer i et biogasanlæg" så laver vi jo regler for vores store – altså sådan i Danmark ik' - så sagde vi hvor meget må egentlig komme ind i et biogasanlæg. Det samme kan man jo gøre med madrester og madaffald. Altså hvis du vil kan du regulere og strukturerer, skatter og afgifter kan styre det meste hvis man er villig til at bruge det instrument. 22.06 – 23.31

Interviewer: Har i også sådan en ide til, hvordan kan man ligesom sikre os at det er bæredygtigt input der kommer i biogasanlæggene, er det som du siger lidt med det der med noget nationalt, altså lidt ejerskab over det. Hvordan kan man ligesom sikre jer? 23.31 – 23.47

Informant: Men det har man jo så vidt jeg husker vel stadigvæk, i og med hvad for nogle biogasanlæg må få støtten. Altså hvor meget støtte kan de få og hvis de så ikke har det rigtige mix af input, så kan det jo komme ud på støtten de kan få til det. Og på den måde kan du styre ... - hvis du rammer økonomien kan du styre det meste 23.47 – 24.06

Interviewer: Så i jeres optik så ville i gerne se en forøgelse af biogasanlæg i Danmark, eller hvordan skal det... 24.06 – 24.16

Informant: *Der skal jo ikke være en hel – altså det skal jo ikke bare være sådan Wild West, nu skal vi lige pludselig bygge en hel masse biogasanlæg over det hele, og altså det er der den nationale planlægning kommer ind. Hvor meget har vi egentlig brug for af biogasanlæg i fremtiden. Hvad har vi grundlag til, altså sådan input-mæssigt ik' det vil sige det alt det vi mangler på affaldssektoren, altså når vi har nogle og 20 affaldsforbrændingsanlæg og man ikke rigtig vil tage stilling til hvad der skal ske, så er det jo også mangel på national planlægning. At sige hvor meget affaldsforbrænding har vi egentlig behov for i fremtiden. Hvor har vi behov for at det ligger henne i landet. Hvilken rolle skal de spille. Men det vil man jo ikke plan... så er man bange for at blive sådan en planøkonom eller et eller andet. 24.16 – 24.57*

Interviewer: Jeg synes faktisk vi har fået dækket det rigtig fint. Det var så fint. Vi er super glade for inputtet fra jer. 24.57 – 25.15

Interview slut.