

# Udnyttelse af klimarestriktioner i den hvide bioteknologiske branche

- med Novozymes som case-studie



*International teknologiledelse*

*Vejleder: Samuel Brüning Larsen*

*31.maj 2011*

---

*Line Nielsen Benzin & Johnny Nguyen*

---

## Abstract

In the latest years the climate debate has become a hot topic, and the focus on climate change has increased. Because of this, the Danish government has been forced to set some strict environmental constraints, regarding emissions of greenhouse gasses, for companies to fulfill. These constraints will, for most companies, be seen as additional costs and have a negative effect on the economic bottom line. However numerous of researchers claim that there can be advantages of implementing a climate strategy and this project will therefore examine how companies in a given industry, the industry of white biotechnology, can make use of the constraints and turn them into opportunities, and thereby obtain strategic competitive advantages. The structure of the project will be based on a model developed by Joseph Sarkis, who is a professor of operations and environmental management at Clark University. His model describes which environmental technologies companies can take use of, in order to be at the forefront of the environmental constraints. If companies in the industry of white biotechnology are to make use of the constraints, they have to implement a proactive climate change strategy, which means that they are in the forefront of the constraints. The industry of white biotechnology is characterized by researching in and developing microorganisms which are transformed into enzymes during the production process. The huge contributor to the environmental burden is water and energy consumption. It is therefore in the interest of the industry of white biotechnology to lower the consumption of energy use on the productions sites. If the industry of white biotechnology has to make use of the environmental constraints, the focus should be on research. The preferable proactive environmental technologies are Life Cycle Analysis to determine in which phase of the product life cycle the largest contributor to the environmental burden lies. Furthermore research in alternative ways of recycling would advantageous to avoid waste and thereby minimizing the environmental burden. If the industry of white biotechnology implements a proactive environmental change strategy, they will gain competitive advantages in the form of resource efficiency, minimizing waste, avoiding environmental taxes and creating an innovative organization that focuses on the environment. By having a proactive strategy the companies must make large investments to realize the climate change strategy. However in the long run, the companies will profit from these investments because the constraints will only be stricter in the future.

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abstract .....                                                                                                | 1  |
| 1 Indledning.....                                                                                             | 1  |
| 2 Problemformulering.....                                                                                     | 4  |
| 2.1 Afgrænsning og forklaring af problemformulering .....                                                     | 4  |
| 3 Metode.....                                                                                                 | 5  |
| 3.1 Valg af forskningsmetode.....                                                                             | 5  |
| 3.2 Dataindsamlingsmetode .....                                                                               | 6  |
| 3.3 Undersøgelsesmetode .....                                                                                 | 7  |
| 3.4 Dybere metodisk gennemgang af afsnittene .....                                                            | 10 |
| 3.4.1 Introduktion til klimapolitik.....                                                                      | 10 |
| 3.4.2 Teoretisk undersøgelse om udnyttelse af klimarestriktioner .....                                        | 11 |
| 3.4.2.1 Teoriafsnittets opdeling .....                                                                        | 11 |
| 3.4.2.2 Strategiske elementer .....                                                                           | 13 |
| 3.4.2.3 Operationelle elementer.....                                                                          | 15 |
| 3.4.2.4 Miljømæssige teknologiprincipper.....                                                                 | 16 |
| 3.4.2.5 Overvejelser omkring dataindsamling i teoriafsnittet .....                                            | 17 |
| 3.4.3 Brancheanalyse af hvid bioteknologi branchen .....                                                      | 17 |
| 3.4.3.1 Novozymes som case .....                                                                              | 19 |
| 3.4.3.2 Dataindsamling for brancheanalysen.....                                                               | 20 |
| 3.4.3.2.1 Udarbejdelse af spørgeguide .....                                                                   | 20 |
| 4 Introduktion til klimapolitik.....                                                                          | 22 |
| 4.1 Udviklingen af CO <sub>2</sub> og drivhusgasser .....                                                     | 22 |
| 4.2 Den internationale klimaret, EU og Danmark .....                                                          | 25 |
| 4.3 Definition af bæredygtighed .....                                                                         | 26 |
| 5 Teoretisk undersøgelse af hvordan virksomheder bør udnytte klimarestriktionerne.....                        | 27 |
| 5.1 De tre bobler inden for bæredygtighed .....                                                               | 27 |
| 5.1.1 Undersøgelse af hvilken klimastrategi virksomheder bør implementere.....                                | 30 |
| 5.1.1.1 Integration af det miljømæssige- og økonomiske perspektiv.....                                        | 30 |
| 5.1.1.2 Undersøgelse af proaktivitet kontra reaktivitet klimastrategi.....                                    | 31 |
| 5.1.1.3 Klimarestriktioners negative indvirkning på økonomien .....                                           | 35 |
| 5.1.2 Opsummering af de tre bobler.....                                                                       | 37 |
| 5.2 Undersøgelse af hvilke principper virksomheder skal implementere for at udnytte klimarestriktionerne..... | 38 |

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2.1 Forklaring af Joseph Sarkis' model .....                                                                                                      | 39 |
| 5.2.2 Undersøgelse af de operationelle elementer .....                                                                                              | 42 |
| 5.2.2.1 Environmental Management Systems .....                                                                                                      | 42 |
| 5.2.2.2 "Product design" .....                                                                                                                      | 43 |
| 5.2.2.2.1 Life Cycle Analysis – LCA.....                                                                                                            | 44 |
| 5.2.2.2.2 Design for Environment (DFE) .....                                                                                                        | 46 |
| 5.2.2.2.3 De 5 R'er .....                                                                                                                           | 47 |
| 5.2.2.2.3.1 Den grønne forsyningskæde .....                                                                                                         | 49 |
| 5.2.2.3 "Process design" .....                                                                                                                      | 51 |
| 5.2.2.3.1 TQM – Total Quality Management .....                                                                                                      | 51 |
| 5.2.2.3.2 TQEM – Total Quality Environmental Management .....                                                                                       | 52 |
| 5.2.2.3.3 International Organization for Standardization (ISO) .....                                                                                | 53 |
| 5.2.2.3.4 Key Performance Indicators (KPI).....                                                                                                     | 54 |
| 5.3 Delkonklusion .....                                                                                                                             | 56 |
| 6 Brancheanalyse af hvid bioteknologi branchen .....                                                                                                | 58 |
| 6.1 Definition af hvid bioteknologi branchen.....                                                                                                   | 58 |
| 6.1.1 Produktion i bioteknologibranchen .....                                                                                                       | 61 |
| 6.1.1.1 Fra forskning til færdigt produkt.....                                                                                                      | 61 |
| 6.2 Undersøgelse af hvordan virksomheder i hvid bioteknologi branchen bør udnytte<br>klimarestriktionerne.....                                      | 64 |
| 6.2.1 Undersøgelse af proaktivitet i hvid bioteknologi branchen .....                                                                               | 65 |
| 6.2.2 Undersøgelse af hvilke miljømæssige teknologiprincipper hvid bioteknologi branchen skal<br>fokusere på, i forhold til at være proaktive ..... | 67 |
| 6.2.2.1 Product design.....                                                                                                                         | 67 |
| 6.2.2.1.1 Life Cycle Analysis og Design for Environment .....                                                                                       | 68 |
| 6.2.2.1.2 De 5 R'er .....                                                                                                                           | 74 |
| 6.2.2.1.2.1 Genbrugsprocesser og den grønne forsyningskæde.....                                                                                     | 74 |
| 6.2.2.2 Process design .....                                                                                                                        | 75 |
| 6.2.2.2.1 ISO standarder.....                                                                                                                       | 77 |
| 6.2.2.2.2 TQM og TQEM.....                                                                                                                          | 79 |
| 6.2.2.2.3 Kaizen .....                                                                                                                              | 80 |
| 6.2.2.2.4 Just-In-Time .....                                                                                                                        | 81 |
| 6.2.2.2.5 KPI'er .....                                                                                                                              | 82 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3 Opsummering af de miljømæssige teknologiprincipper i hvid bioteknologi branchen ..... | 83  |
| 6.3.1 Udvælgelse af de væsentligste miljømæssige teknologiprincipper .....                | 84  |
| 7 Diskussion .....                                                                        | 88  |
| 8 Konklusion .....                                                                        | 90  |
| 9 Perspektivering .....                                                                   | 94  |
| 10 Litteraturliste .....                                                                  | 96  |
| Bilag 1 – Virksomhedsprofil, Novozymes .....                                              | 102 |
| Bilag 2 – Første interview med Claus Frier .....                                          | 104 |
| Bilag 3 – Mailkorrespondance med Claus Frier .....                                        | 110 |
| Bilag 4 – Andet interview med Claus Frier .....                                           | 112 |
| Bilag 5 – Artikel: Novozymes goes Green in Denmark .....                                  | 120 |
| Bilag 6 – Vand-, energy- og CO <sub>2</sub> effektivitetsforbedringer I Novozymes .....   | 121 |
| Bilag 7 – Uddybende enzymproduktion .....                                                 | 122 |

## Figurliste

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figur 1: Håndtering af klimarestriktionerne.....                                                            | 2  |
| Figur 2: Undersøgelsesmetode .....                                                                          | 2  |
| Figur 3: The research process (Baines et. al. 2002, s.16) .....                                             | 6  |
| Figur 4: Sammenhæng mellem afsnittene .....                                                                 | 8  |
| Figur 5: Relation mellem teori og empiri (Thurén, 2004) .....                                               | 9  |
| Figur 6: Teoriafsnittets inddeling .....                                                                    | 12 |
| Figur 7: Strategiske elementer .....                                                                        | 13 |
| Figur 8: Operationelle elementer.....                                                                       | 15 |
| Figur 9: Miljømæssige teknologiprincipper.....                                                              | 16 |
| Figur 10: Drivhusgasser (Richardson et. al. 2009).....                                                      | 23 |
| Figur 11: Havets temperatur fra 1950-2005 (Richardson et. al. 2009) .....                                   | 24 |
| Figur 12: De tre bobler inden for bæredygtighed .....                                                       | 27 |
| Figur 13: Integration af miljø og økonomi.....                                                              | 30 |
| Figur 14: Incitamentet til at innovere på baggrund af kvoterestriktioner (Palmer et al. 1995, s. 123) ..... | 35 |
| Figur 15: Sakis' (2001) model .....                                                                         | 40 |
| Figur 16: Product design .....                                                                              | 44 |
| Figur 17: Life Cycle Analysis.....                                                                          | 45 |
| Figur 18: Den grønne forsyningskæde (Beamon, 1999) .....                                                    | 50 |
| Figur 19: proces design .....                                                                               | 51 |
| Figur 20: Inddeling af teknologiprincipper .....                                                            | 57 |
| Figur 21: Konkretisering af bioteknologibranchen.....                                                       | 60 |
| Figur 22: Forskningsfaser (De Nordiske Bioklynger, 2004) .....                                              | 62 |
| Figur 23: Produktionsproces af et enzym.....                                                                | 63 |
| Figur 24: Opbygning af analyse afsnittet.....                                                               | 64 |
| Figur 25: Teknologiprincipper i materialefasen .....                                                        | 68 |
| Figur 26: Carbon footprint .....                                                                            | 69 |
| Figur 27: Miljømæssige teknologiprincipper i process design .....                                           | 77 |
| Figur 28: Overgang fra ISO 9001 til ISO 14001 .....                                                         | 78 |
| Figur 29: Opsummering af brancheanalysen .....                                                              | 83 |
| Figur 30: Carbon footprint.....                                                                             | 85 |

## Tabelliste

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1: Typer af klimastrategi.....                    | 33 |
| Tabel 2: Sammenligning af Sarkis og Pojasek.....        | 41 |
| Tabel 3: Hvid bioteknologi branchens klimastrategi..... | 65 |
| Tabel 4: Novozymes' carbon footprint 2010.....          | 72 |

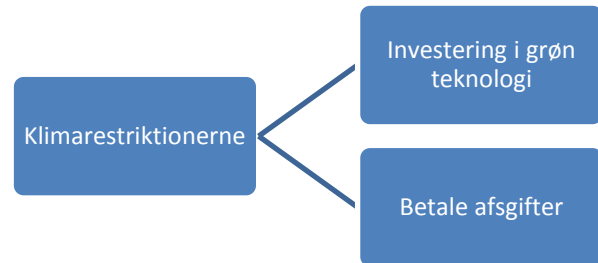
## 1 Indledning

International klimapolitik er blevet et voksende politisk emne de seneste 30 år, da der løbende er observeret store klimaforandringer i verden, der har en negativ indvirkning på jordens liv. Dette er blandt andet set i form af stigende temperaturer, forringelse af drikkevand for ulande, truede dyrearter mm. Ifølge en etableret forskning, menes det, at dette er direkte forårsaget af drivhusgasemissioner. Politikkerne kan dog ikke løse klimaproblematikken alene og derfor udgør virksomhederne et vigtigt element i, at få reduceret den samlede miljøbelastning i fremtiden. (EEA Miljøsignaler, 2010)

Som civilingeniørstuderende inden for teknologiledelse og med supplerende valgfag omhandlende international klimapolitik finder vi det interessant, at koncentrere vores opgave omkring hvordan den overordnede internationale klimapolitik berører danske virksomheder. Den internationale klimapolitik har medført, at EU har det højeste reduktionsmål og der bliver derfor, fra den danske regering, stillet stadig strengere krav til hvad danske virksomheder må udlede af drivhusgasemissioner. (Nedergaard, 2009, s. 67) Derfor finder vi det særlig interessant, at undersøge hvordan danske virksomheder kan udnytte klimarestriktionerne og dermed stadig være konkurrencedygtige på nationalt- såvel som internationalt plan. Ved ”udnytte” menes i denne sammenhæng hvordan virksomheder kan drage fordel og vende klimarestriktionerne til et positivt aspekt for virksomheden.

Den store problematik samt forbehold som virksomheder tager i forhold til klimarestriktionerne er bekymringen omkring hvordan man får integreret miljø på en økonomisk måde i virksomheden. Er det muligt, at implementere en strategi der tager højde for det miljømæssige perspektiv og dermed positionere sig som værende en miljøorienteret virksomheden uden, at det vil påvirke virksomhedernes økonomi negativt? Diverse forskere er kommet frem til, at hvis man i en virksomhed vil udvikle en værdiskabende forretning skal man implementere og integrere tre perspektiver, som er henholdsvis: det sociale-, miljø- og økonomiske perspektiv. I forhold til ovenstående problem er det væsentligste at finde frem til hvilke fordele og eventuelle ulemper virksomheder får ved at integrere miljø og økonomi i deres forretning. Ud fra dette kan virksomheder vælge at håndtere klimarestriktionerne på to forskellige måder, se figur 1.

De kan enten investere i grøn teknologi og være på forkant i forhold til klimarestriktionerne, eller de kan vælge at betale sig fra det, ved køb af ekstra kvoter og dermed have løbende udgifter relateret til klima (figur 1). Det dilemma virksomhederne står over for er derfor, om det er fordelagtigt at foretage potentielt store investeringer på baggrund af klimaet, eller om det er mere fordelagtigt løbende at betale sig fra



Figur 1: Håndtering af klimarestriktionerne

klimarestriktionernes konsekvenser. Måden hvorpå man kan opnå fordele ved klimarestriktionerne er ved, at inddrage særlige teknologiprincipper i virksomheden, som kan medvirke til, at klimarestriktionerne kan udnyttes til noget positivt. Hertil har Joseph Sarkis, som er professor i "operations and environmental management" samt er citeret i diverse videnskabelige artikler, udarbejdet en model, som vi har valgt at tage udgangspunkt i. Dette er grundet at denne model undersøger hvordan de eksterne faktorer, herunder klimarestriktionerne, påvirker en virksomheds strategi samt illustrerer i hvilke processer i virksomheden det er muligt at implementere forskellige teknologiprincipper.

Ud fra teorien kan der opstilles en hypotese for, hvordan virksomheder kan udnytte klimarestriktionerne. Indtil videre er der generelt blevet udarbejdet teoretiske undersøgelser af hvilke tiltag virksomheder overordnet set kan gøre for at være mindre miljøbelastende. Dét der gør denne opgave anderledes er, at den ser på en specifik branche, hvid bioteknologi branchen og undersøger hvad denne branche bør gøre for at udnytte klimarestriktionerne. Denne undersøgelse vil tage udgangspunkt i den teoretiske hypotese, om hvordan virksomheder generelt bør udnytte klimarestriktionerne, se figur 2.



Figur 2: Undersøgelsesmetode



For at undersøge hvad hvid bioteknologiske virksomheder specifikt i denne branche bør gøre, vil der benyttes en empirisk undersøgelse, med den danske hvid bioteknologiske virksomhed, Novozymes, som casestudie. Vi har valgt at fokusere på store hvid bioteknologiske virksomheder (>250 medarbejdere)<sup>1</sup>, da der i denne branche findes mange små, ingen medium og få store virksomheder i branchen. Formålet med casestudiet i Novozymes er, at opnå et empirisk grundlag for hvordan en repræsentant for den hvid bioteknologiske branche har integreret en miljømæssig strategi og hvordan de lever op til statens restriktioner. Herefter vil den teoretiske hypotese anvendes på den brancheinformation vi har fået fra Novozymes. Dermed vil vi opbygge en nuanceret teoretisk viden.

---

<sup>1</sup> [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)

## 2 Problemformulering

- ”Hvordan bør virksomheder i hvid bioteknologi branchen udnytte klimalovgivning som en potentiel strategisk fordel?”
  - Hvad karakteriserer hvid bioteknologi branchens processer?
  - Hvordan skal hvid bioteknologiske virksomheder strategisk forholde sig til klimarestriktionerne?

### 2.1 Afgrænsning og forklaring af problemformulering

I projektet vælger vi at fokusere på store og små virksomheder i hvid bioteknologi branchen og dermed afgrænser vi os fra små og mellemstore virksomheder. Det vil sige, at vi afgrænser os fra virksomheder med under 250 ansatte.

|                      |                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Udnytte:             | Udnytte mener vi i denne sammenhæng som et positivt udtryk. Det vil sige hvordan virksomheder kan vende klimarestriktioner til noget positivt.                                                                               |
| Strategiske fordele: | Strategiske fordele betegnes som de fordele som virksomheden kan opnå og derved positionere dem selv bedre i forhold til andre virksomheder i samme branche, men også med henblik på at opnå fordele internt i virksomheden. |
| Klimalovgivning:     | Klimalovgivning er de restriktioner som staten løbende sætter til virksomheder for at undgå yderligere udledning af drivhusgasser.                                                                                           |
| Branchens processer: | Ved branchens processer, menes hvad der karakteriserer hvid bioteknologi branchens produktionsprocesser, herunder det input, der bearbejdes i produktionsprocesserne.                                                        |

### 3 Metode

Formålet med metodeafsnittet er, at få beskrevet hvilken fremgangsmåde vi har anvendt fra at have konkretiseret problemformuleringen til at nå frem til den endelige konklusion for projektet. Der vil i dette afsnit blive redegjort for hvilke metodiske overvejelser vi har foretaget inden og under projektet.

Først i afsnittet vil være en beskrivelse af hvilken forskningsmetode vi har valgt at benytte i projektet og derefter hvordan vi har indsamlet data til vores projekt. Derefter vil vi forklare vores undersøgelsesmetode som har til formål at give en overordnet sammenhæng af de forskellige afsnit i rapporten. Afslutningsvis følger en dybere gennemgang af hvert enkelt afsnit i rapporten for at forklare yderligere hvilke metodiske overvejelser vi har gjort os under hvert afsnit.

#### 3.1 Valg af forskningsmetode

Vi har valgt at benytte et case-studie for, at få nuanceret den teori, som vi vælger at fokusere på. Grunden til at vi ikke vælger andre former for forskningsstrategier, såsom et survey er, at et survey er mere generelt og kvantitativt og vil i højere grad besvare ”hvem, hvad, hvor mange” og det vil ofte besvare en hyppighed af et fænomen, som ofte er forudset (Yin, 2009, s.8-9). Et case-studie besvarer ”hvordan og hvorfor”, hvilket vi benytter i projektet. Vi mener, at et case-studie er det mest brugbare til at løse vores problemformulering, da vi efter en teoretisk gennemgang vil benytte en virksomhed som case til, at konkludere hvordan en specifik branche kan udnytte klimarestriktionerne. Det unikke ved et case-studie er, at man kan undersøge et givent fænomen med en bred vifte af variationer bl.a. dokumenter, interviews, faglitteratur, artikler mm. som vi vil benytte i vores projekt. (Yin, 2009, s. 8-9)

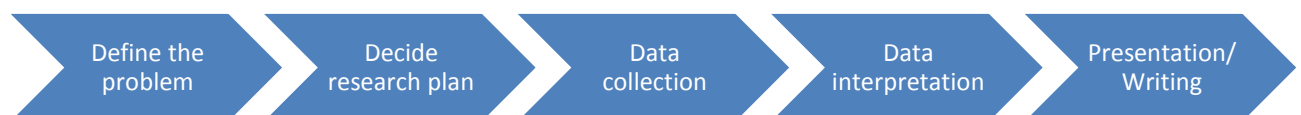
Der er tre forskellige typer af case-studier: single case, multiple case og brancheanalyse (Yin, 2009, s. 47). I vores projekt benytter vi et single case-studie, som vil tage udgangspunkt i et nutidigt fænomen og udføres ved hjælp af en teoretisk og empirisk undersøgelse. Vi vil bestræbe os på, at få et gensidigt samarbejde med case-virksomheden, som skal medføre oplysninger, ud fra hvilke vi kan basere en dybdegående analyse. Ydermere omhandler vores problemformulering hvordan virksomheder i hvid bioteknologi branchen kan drage nytte af de

restriktioner, der bliver sat fra staten og her finder vi det væsentligt, at studere en enkelt virksomhed i forhold til den teoretiske konklusion som vi finder frem til. Et single-case-studie vil derfor bruges til, at teste om vores teoribaserede svar kan bruges i hvid bioteknologi branchen og til at sikre, at konklusionen kan bruges i samtlige virksomheder i hvid bioteknologi branchen, selvom konklusionen har basis i teori samt en enkelt case.

Vi mener at en brancheanalyse vil give en mere overfladisk analyse og vil umiddelbart ikke give svar på uddybende spørgsmål, som vi kan opnå ved et single-case-studie. En brancheanalyse vil dog kunne give et bredere perspektiv af hvid bioteknologi branchen og de forbehold og muligheder der ses i forhold til de restriktioner, der bliver bestemt af den danske stat. Vi kan dog være tvivlsomme omkring hvorvidt virksomhederne i en brancheanalyse, vil tildele os fortrolig information. Derudover vil informationerne muligvis ikke være uddybende nok i forhold til de resultater som vi søger at afdække. Af samme grund fravælger vi også multiple case, da vi ikke mener at samarbejdet vil være det rette til at kunne løse vores problemformulering. Derfor har vi valgt at bruge et single case-studie til at besvare vores problemformulering.

### 3.2 Dataindsamlingsmetode

Dataindsamlingen som danner grundlag for vores projekt vil hovedsageligt bestå af dokumenter, i form af videnskabelige artikler, faglitteratur og rapporter, samt interviews, som vil være interviews med vores case-virksomhed. Måden hvorpå vi vil skabe validitet i vores dataindsamlingsmetode er at benytte nedenstående figur 3.



Figur 3: The research process (Baines et. al. 2002, s.16)

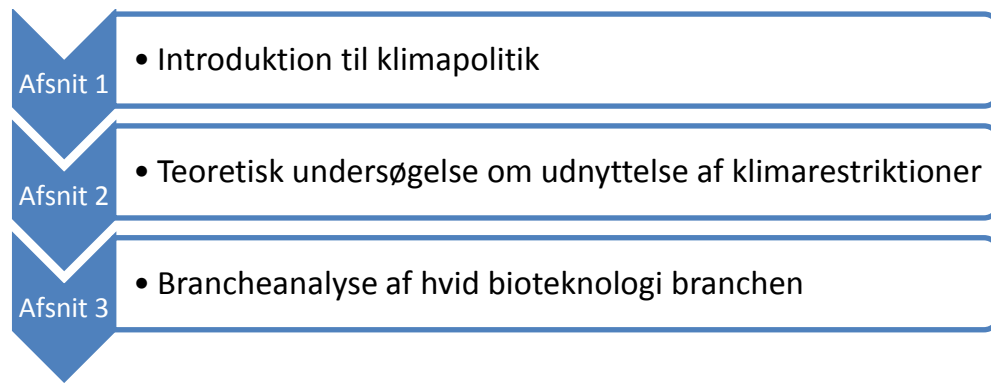
Som udgangspunkt skal problemet først defineres, hvilket overordnet er vores problemformulering og herunder vil der være nogle dyberegående problemer for hvert afsnit i rapporten for, at finde frem til hvordan vores dataindsamling for hvert afsnit vil være.

Herefter vil vi beslutte vores undersøgelsesplan, som er exploratory (Yin, 2009, s. 9), da vi vil undersøge et givent fænomen og ikke vil forklare (explanatory) eller beskrive (descriptive) hvordan en hændelse hænger sammen. Vores ”hvordan”-spørgsmål stemmer ligeledes overens med at det er et ”undersøgende” projekt. (Yin, 2009, s. 9) Derefter vil vi indsamle en given mængde datamateriale (data collection) og finde frem til hvilke data (data interpretation) der kan bruges. Herefter kan vi skrive (writing) pointerne fra vores kilder samt fortolke hvad vi mener, er relevant i forhold til vores problemformulering. Denne dataindsamlingsmetode findes validitetsskabende og reliabilitetsskabende (Yin, 2009, s. 41), da den trinvis går igennem dataindsamlingen og dermed er let at efterligne (reliabilitet). Da vi benytter flere forskellige videnskabelige artikler, dokumenter mm. og derefter sammenligner og fortolker udsagnene, mener vi det skaber et validt grundlag for rapporten.

Under hvert dybdegående metodeafsnit vil vi uddybe hvordan dataindsamling foregår i hvert afsnit, i henhold til ovenstående figur 3.

### 3.3 Undersøgelsesmetode

I dette afsnit vil vi forklare hvilken undersøgelsesmetode vi anvender i vores projekt for, at kunne bevare problemformuleringen. Derudover vil vi forklare hvilken fremgangsmåde vi vælger at undersøge afsnittene i rapporten på, samt hvordan vi vil svare på problemformuleringen. Sammenhængen af de forskellige afsnit som vi har valgt, er illustreret ved hjælp af figur 4.

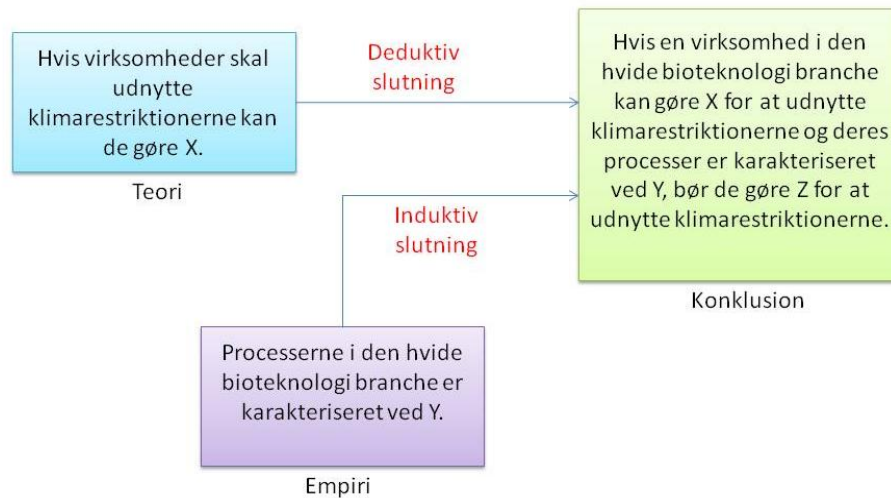


Figur 4: Sammenhæng mellem afsnittene

Først i rapporten gives en kort introduktion til klimapolitikken. Dette afsnit skal give et indblik i hvorfor virksomheder i dag er nødsaget til at være miljøbevidste. Herefter vil gives en teoretisk undersøgelse af hvordan virksomheder generelt bør udnytte klimarestriktionerne og tredje afsnit vil være en brancheanalyse af hvid bioteknologi branchen, hvor vi vil konkludere hvordan hvid bioteknologi branchen kan udnytte klimarestriktionerne og dermed besvare vores problemformulering.

De to hovedafsnit i rapporten er afsnit to og tre, se figur 4. For at besvare problemformuleringen vil vi i teoriafsnittet besvare hvordan virksomheder generelt bør udnytte klimarestriktionerne og svaret på dette vil være vores delkonklusion. For at nå frem til delkonklusionen vil vi igennem forskellige teoretikers synspunkter undersøge hvad den generelle teori siger omkring at udnytte klimarestriktioner. Efter en teoretisk gennemgang af hvad virksomhederne bør gøre, vil vi vælge en repræsentant for hvid bioteknologi branchen, og undersøge hvad denne virksomhed har gjort for at håndtere klimarestriktionerne. Ved at sammenligne den eksisterende teori med den empiriske undersøgelse, kan vi nuancere den eksisterende teori og dermed udarbejde en ny teori, som omhandler hvordan virksomheder i hvid bioteknologi branchen bør udnytte klimarestriktionerne.

Herved drager vi konklusioner på to forskellige måder, henholdsvis en induktiv slutning, som er bygget på empiri og en deduktiv slutning, der er baseret på logik. (Thurén, 2004) En illustration af de to slutninger vil være illustreret i figur 5.



Figur 5: Relation mellem teori og empiri (Thurén, 2004)

Vores projekt vil bestå af et teoriasnit, som vil være baseret på en deduktiv slutning. Det der kendetegner deduktive slutninger er, at de er baserede på teori og derfor logik. Det vil sige at når man laver en deduktiv slutning vil man undersøge en masse udsagn, hvorefter man vil argumentere for og imod disse udsagn. Efter argumentationen, kan man komme frem til en konklusion (Thurén, 2004, s.22-23). I vores teoretiske undersøgelse vil vi anvende diverse teorier fra forskellige forskere og vil dermed opnå udsagn fra forskerne omkring det teoretiske emne. Ud fra en vurdering og undersøgelse af teorien, vil vi komme frem til at: Hvis virksomheder skal udnytte klimarestriktionerne kan de gøre X, figur 5

Efter det teoretiske afsnit vil vi lave en analyse baseret på en induktiv slutning. Induktive slutninger er defineret ved, at man observerer et enkelt tilfælde og drager nogle generelle konklusioner ud fra disse observationer. (Thurén, 2004. s. 18-20). Vores analyseafsnit vil primært bestå af empiri fra vores case-virksomhed, Novozymes, samt støtteempiri fra virksomheder i samme branche. Ud fra dette vil vi generalisere og vurdere noget om hele den hvide bioteknologiske branche. For at kunne bruge vores teori i en analyse i hvid bioteknologi branchen, bliver vi nødt til at vide hvad der karakteriserer deres processer. Ud fra information fra Novozymes og understøttende virksomheder, kan vi generalisere: Processerne i den hvide bioteknologiske branche er karakteriseret ved Y.

Afslutningsvis, vil vi sammenkoble teori og empiri til vores endelige konklusion. Denne konklusion bliver draget ved, at anvende teorien specifikt på hvid bioteknologi branchen for derved, at komme frem til hvad hvid bioteknologi branchens virksomheder bør gøre for at udnytte restriktionerne.

Efter en forklaring af rapportens opbygning vil der i kommende afsnit af metoden være en dybere metodisk gennemgang af de tre afsnit, jf. figur 4.

### 3.4 Dybere metodisk gennemgang af afsnittene

I dette afsnit vil der som sagt være en dybere metodisk gennemgang af de tre afsnit. Først vil det være af ”Introduktion til klimapolitik”, derefter ”Teoretisk undersøgelse om udnyttelse af klimarestriktionerne” og til sidst af ”Brancheanalyse af hvid bioteknologi branchen”.

#### 3.4.1 Introduktion til klimapolitik

Afsnit 1

- Introduktion til klimapolitik

I dette afsnit vil vi give en kort introduktion til hvorfor vi i verden, har den klimaproblematik som vi har i dag og hvorfor staten er nødsaget til, at sætte klimarestriktioner for virksomhederne. Denne del af rapporten vil være beskrivende, da vi vil beskrive hvordan klimaproblematikken har nået det omfang, som det udgør i dag samt hvad der gøres aktivt for at ændre klimaforandringerne.

Ydermere vil vi beskrive hvilke konsekvenser drivhusgasser og CO<sub>2</sub> udledning, blandt andet udledt fra virksomheder, har haft på samfundet og hvorfor klimaforandringerne er blevet så omfattende på relativt kort tid. Derfor finder vi det også relevant, at beskrive hvad der aktivt gøres for at nedsætte disse emissioner. Grunden til vi vælger at introducere emnet klimapolitik er, at mange års manglende interesse og omtanke for miljøet har medført at det nu er virksomhederne, der står med ansvaret for at mindske emissionerne. Udover introduktion til klimapolitikken vil vi definere bæredygtighedsbegrebet, da det er et



uundgåeligt begreb i klimasammenhæng. Måden hvorpå vi vil definere bæredygtighed er at se på forskellige forskeres definition af bæredygtighed og sammenkoble disse.

Dataindsamlingen vil bestå af nyheder i diverse nyhedsaviser, rapporter og faglitteratur omhandlende klimaproblematikken. Dernæst vil der blive foretaget en behandling af det fundne materiale og dermed givet et overordnet overblik over hvordan verden er nået til det punkt vi er i dag, hvorfor det er et problem samt hvad der aktivt gøres ved klimaproblematikken.

### 3.4.2 Teoretisk undersøgelse om udnyttelse af klimarestriktioner

#### Afsnit 2

- Teoretisk undersøgelse om udnyttelse af klimarestriktioner

Vi har valgt at dele den metodiske gennemgang af teoriafsnittet op i fire dele, da dette afsnit er en forholdsvis stor og omfattende del af rapporten.

1. Teoriafsnittets opdeling
2. Strategiske elementer
3. Operationelle elementer
4. Miljømæssige teknologiprincipper

#### 3.4.2.1 Teoriafsnittets opdeling

I dette afsnit vil der være en beskrivelse af hvordan og hvorfor vi har valgt at opdele teoriafsnittet.

Teoriafsnittet er delt op i tre hovedafsnit. Opdelingen af disse afsnit er taget ud fra Joseph Sarkis' (2001) model (figur 15), som er professor i "operations and environmental management"<sup>2</sup>. Derudover er han citeret i mange videnskabelige artikler omhandlende

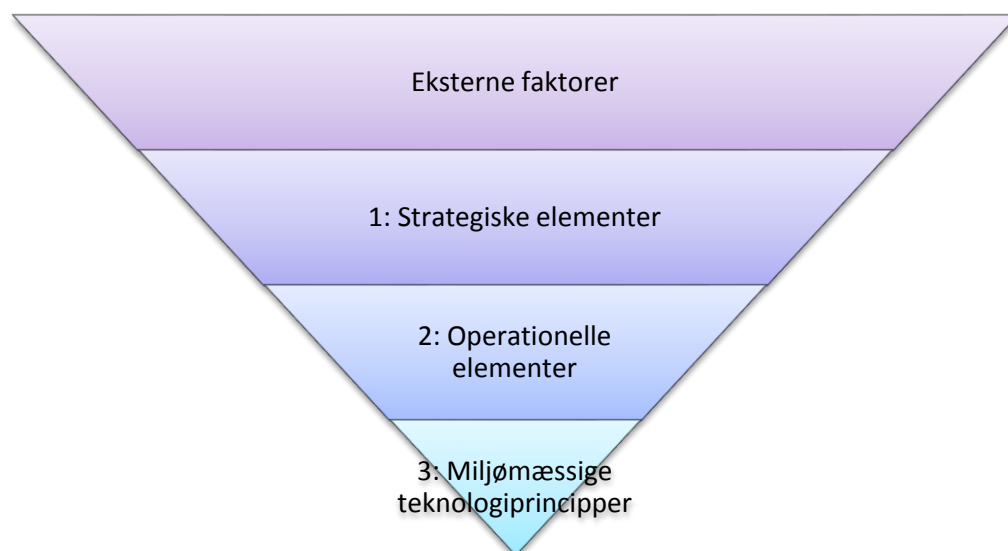
---

<sup>2</sup> [www.clarku.edu](http://www.clarku.edu)

environmental management, som er en stor del af dette projekt. Derfor benytter vi Joseph Sarkis, som hovedteoretiker i teoriafsnittet af rapporten.

For at visualisere sammenhængen mellem afsnittene i teoriundersøgelsen har vi brugt nedenstående figur 6, som er en simplificeret udgave af Sarkis' model. Vi har valgt at udforme modellen som en tragt, da den illustrerer, at vi efter hver del i teoriafsnittet kommer et skridt dybere i problemstillingen omkring, hvordan virksomheder bør udnytte klimarestriktioner og i slutningen af tragten finder vi frem til en delkonklusion af projektet.

Som nævnt, vælger vi først at belyse historikken omkring hvorfor det er blevet aktuelt at se på de miljømæssige aspekter i en virksomhed. Dette kalder Sarkis (2001) for de "eksterne elementer", som påvirker den klimastrategi, som en virksomhed skal implementere. De eksterne elementer er ikke en del af den teoretiske analyse, men vi vælger at illustrere det i nedenstående model, da det giver et helhedsbillede af Sarkis' model, som vi benytter senere i teoriafsnittet.



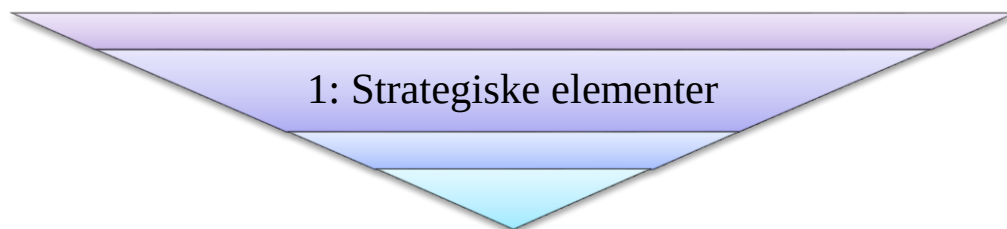
Figur 6: Teoriafsnittets inddeling

Efter de eksterne faktorer er defineret benytter Sarkis (2001) de "strategiske elementer", som omhandler hvad en klimastrategi er, hvordan man skal udvælge sin klimastrategi og hvad denne strategi bør indeholde. Dette gøres for at få dannet et fokus af, hvordan man skal

forholde sig til klimarestriktionerne, så man bedst muligt kan opfylde de eksterne faktorerers behov. Herefter er det relevant at undersøge i hvilke ”operationelle elementer” (i hvilke processer af virksomheden) det er mest aktuelt at være særligt miljøfokuseret for, at opnå succes. I sammenhæng med dette, vil det undersøges hvilke miljømæssige teknologiprincipper, som virksomheden kan bruge for at opnå dens klimastrategi, samtidig med den lever op til eller udnytter klimarestriktionerne. Afslutningsvis i teoriafsnittet vil det lede til hvordan virksomhed generelt bør udnytte klimarestriktionerne.

I det næste vil der være en dybere metodisk gennemgang til de teoretiske hovedafsnit.

### 3.4.2.2 Strategiske elementer



Figur 7: Strategiske elementer

Formålet med først del af teoriafsnittet er, jf. figur 7, at komme frem til, hvad virksomheder specifikt kan gøre for at udnytte klimarestriktionerne. Dette vil vi gøre ved først at kigge på begrebet klimastrategi og hvad det indebærer at have implementeret en klimastrategi. Dernæst vil vi vurdere hvilken type strategi, som vil være mest fordelagtigt for virksomhederne at implementere, samt hvilke fordele det indebærer at have implementeret denne type klimastrategi, hvis man skal kunne udnytte klimarestriktionerne. Til sidst vil vi vurdere om det er økonomisk fordelagtigt for virksomheder at implementere en klimastrategi.

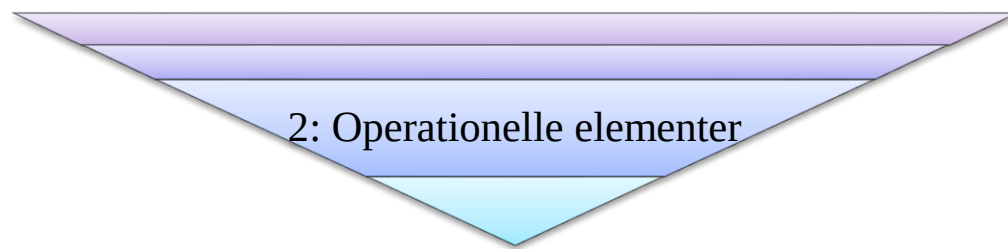
Som sagt er det første vi vil gøre i dette afsnit at definere begrebet klimastrategi og hvad det vil sige at være miljøvenlig. Dette vil vi gøre ved at undersøge forskellige forfatters synspunkter på begrebet klimastrategi og hvad det betyder at være grøn. Ud fra dette vil vi kunne konkludere, hvilke perspektiver vi mener at en sådan skal indeholde. Dette er første gang i rapporten vi vil definere klimastrategi og det er denne definition, der vil gælde når vi senere hen i rapporten omtaler dette.

Efter at have defineret hvad en klimastrategi er, vil vi undersøge hvilken type klimastrategi virksomheder kan implementere. De kan enten forholde sig reaktive og vælge en passiv klimastrategi som forholder sig til klimarestriktionerne efter de er trådt i kraft, eller de kan vælge en proaktiv klimastrategi som tænker forud for klimarestriktionerne. Vi vil i dette afsnit argumentere for fordele og ulemper ved begge typer strategier og undersøge hvilken type strategi der ville være mest fordelagtigt for virksomheder, hvis de skal kunne udnytte klimarestriktionerne til en potentiel strategisk fordel. Det findes vigtigt at undersøge hvilken type klimastrategi der er mest fordelagtig for virksomheder at implementere, da dette skal hjælpe virksomheder med at vurdere i hvilke processer der skal gøres en aktiv indsats for, at imødekomme klimarestriktionerne.

Som afslutning på dette afsnit ser vi dybere i det økonomiske aspekt af virksomheden og vurderer om det er økonomisk fordelagtig for virksomheden at implementere en klimastrategi. Fordelene ved en implementering af en klimastrategi vil blive stillet op imod de økonomiske udfordringer, som virksomheden bliver stillet overfor, ved en eventuel implementering. Jævnfør indledningen, er mange virksomheder forbeholdne over for at implementere en klimastrategi, da de mener, at det vil gå ud over deres økonomiske bundlinje og at det vil føre til yderligere ekstraomkostninger. Derfor er det essentielle, at undersøge om det er muligt for virksomheder, at implementere en klimastrategi uden at det går ud over virksomhedernes økonomiske bundlinje.

I det næstkommende afsnit vil de metodiske overvejelser for det operationelle element beskrives.

### 3.4.2.3 Operationelle elementer



Figur 8: Operationelle elementer

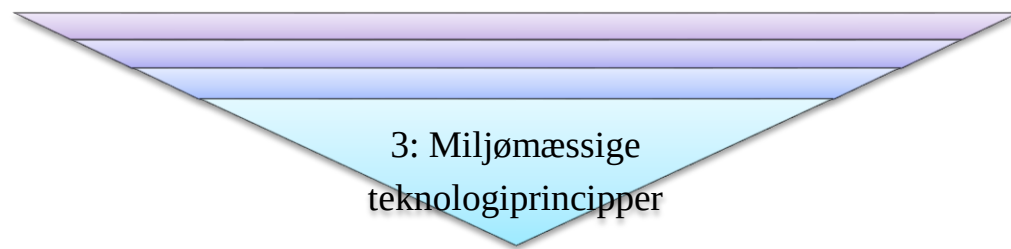
Jævnfør figur 8, er vi nået videre i Joseph Sarkis' model og dermed kan det snart konkluderes hvordan virksomheder bør udnytte klimarestriktionerne.

I denne del af teoriafsnittet vil vi undersøge de operationelle elementer i virksomheden. Herunder vil vi undersøge hvilke processer i virksomheden, hvori man kan opnå størst mulighed for at udnytte klimarestriktionerne. I de strategiske elementer vil vi, som nævnt undersøge, om virksomheder skal vælge en reaktiv eller proaktiv strategi. I dette afsnit vil vi derfor undersøge, med udgangspunkt i Joseph Sarkis (2001) model, i hvilke processer i de operationelle elementer i virksomheden, som han mener, er de vigtigste perspektiver når man har afgjort typen af klimastrategi. Som udgangspunkt mener vi, at det er særligt i processerne, at virksomheder kan gøre en indsats for at være mere miljøorienterede ved, at være innovative og benytte teknologiprincipper, som danner grundlag for at ændre de miljømæssige påvirkninger. De operationelle elementer vil i vores rapport derfor give et overblik over hvor man særligt kan benytte diverse miljømæssige teknologiprincipper.

De miljømæssige teknologiprincipper er i stor relation til de operationelle elementer, da virksomheder skal benytte principperne i virksomhedens operationelle elementer for at udnytte klimarestriktionerne.

I det næstkommende vil der være en dybere metodisk gennemgang af de miljømæssige teknologiprincipper, som en virksomhed kan benytte, hvis de skal implementere en klimastrategi.

#### 3.4.2.4 Miljømæssige teknologiprincipper



Figur 9: Miljømæssige teknologiprincipper

Efter vi har undersøgt hvilke overordnede processer, hvortil det findes særlig vigtigt at være miljøbevidst, vil vi uddybe hvilke miljømæssige teknologiprincipper, som virksomheder kan implementere eller gøre brug af i processerne. For at finde ud af hvilke teknologiprincipper der er brugbare, vil vi også her tage udgangspunkt i Sarkis' (2001) model og de miljømæssige teknologiprincipper, som Sarkis mener, er vigtige. Information omkring diverse miljømæssige teknologiprincipper vil vi indhente ved hjælp af andre teoretikere, som har samme synspunkt eller kommenterer supplerende teknologiprincipper, som er relevante at betragte. Disse teoretikere skaber validitet, da der kommer flere synspunkter på samme sag, men de inddrages lige ledes for, at udvide synspunktet og foranledige andre teknologiprincipper, som er værd at tage højde for, når man skal implementere en klimastrategi. Dette skaber et bredere perspektiv, som vi mener, er vigtigt når man laver en teoretisk undersøgelse.

Derudover vil vi placere de miljømæssige teknologiprincipper under de respektive processer, fra de operationelle elementer, for at give et overblik over hvilke teknologiprincipper, der relaterer til processerne i de operationelle elementer. Dermed kan vi senere analysere, ud fra hvid bioteknologi branchen, hvilke teknologiprincipper og dermed hvilke processer, der er særligt væsentlige, hvis hvid bioteknologi branchen skal udnytte klimarestriktionerne.

Efter en teoretisk gennemgang af henholdsvis de strategiske elementer, operationelle elementer og miljømæssige teknologiprincipper, vil vi kunne lave en delkonklusion på, hvilken type af klimastrategi, hvilke processer og teknologiprincipper en virksomhed bør fokusere på, hvis de skal kunne udnytte klimarestriktionerne.

I næste afsnit vil der være en forklaring af hvilke overvejelser vi har gjort omkring dataindsamlingen i teoriafsnittet.

#### **3.4.2.5 Overvejelser omkring dataindsamling i teoriafsnittet**

Dataindsamlingen til den teoretiske del af projektet består først og fremmest i at få indsamlet en stor mængde teorimateriale, så teoriafsnittet i rapporten er bygget op omkring et pålideligt grundlag omkring hvad en klimastrategi for en virksomhed indebærer og hvordan man kan udnytte klimarestriktionerne. Denne dataindsamlingsmetode er gjort på baggrund af figur 3, hvor vi vil undersøge teoretikeres synspunkt på bæredygtighed, klimastrategi, de væsentligste operationelle elementer samt de miljømæssige teknologiprincipper. Dermed har vi samlet en stor mængde teorimateriale primært i form af videnskabelige artikler samt faglitteratur. Litteraturen skal give så mange forskellige teoretikeres synsvinkel på teorien som muligt. Disse teoretikere sættes op mod hinanden for at finde ud af hvilke af dem, der har den samme mening eller supplerende holdninger omkring de forskellige klimastrategiske teorier. Derudover findes det relevant at inddrage forfattere, som har modstridende holdninger, for dermed at argumentere for hvilke teorier, vi mener, er brugbare i forhold til vores projekt. Dette giver vores teoretiske undersøgelse et større validitetsgrundlag. I teoriafsnittet vil dataindsamlingens primære litteratur bestå af videnskabelige artikler fra diverse videnskabelige journaler samt faglitteratur omhandlende klimastrategi og teknologiprincipper, der relaterer til dette.

I næstkommende og tredje afsnit vil de metodiske overvejelser, der er blevet gjort ved valg af branche beskrives samt hvordan vi kommer frem til hvad hvid bioteknologi branchen bør gøre for at udnytte klimarestriktionerne.

#### **3.4.3 Brancheanalyse af hvid bioteknologi branchen**

##### **Afsnit 3**

- Brancheanalyse af hvid bioteknologi branchen

Efter en teoretisk gennemgang af hvad virksomheder bør gøre for at udnytte klimarestriktioner, vil vi i dette afsnit undersøge hvordan hvid bioteknologi branchen bør udnytte klimarestriktionerne. Undersøgelsen vil være struktureret i overensstemmelse med

den gennemgåede teori, så der skabes en forbindelse og sammenhæng mellem teoriafsnittet og brancheanalyseafsnittet.

Først i dette afsnit vil vi beskrive de metodiske overvejelser omkring analyseafsnittet i rapporten. Herefter vil vi forklare hvorfor vi har valgt netop Novozymes som case-virksomhed i vores rapport. Afslutningsvis vil vi beskrive hvordan vi har struktureret dataindsamlingen og herunder hvordan vi har udarbejdet en spørgeguide til vores interviewperson.

Inden vi kan foretage en undersøgelse af hvordan hvid bioteknologiske virksomheder specifikt bør udnytte klimarestriktionerne, vil vi først undersøge hvad der karakteriserer hvid bioteknologiske produkter samt hvilken type produktion, der bliver anvendt i denne branche. Vi mener det er vigtigt at definere dette, da det giver et indblik i hvordan hvid bioteknologi branchen skiller sig ud fra øvrige brancher i form af deres produkter og produktionsprocesser. Viden omkring hvid bioteknologi branchen vil opnås ved hjælp af primær data i form af blandet andet interviews, års- og miljørapporter fra Novozymes samt diverse artikler omhandlende Novozymes. Vi finder det relevant at supplere Novozymes' data og information med generelle oplysninger omkring hvid bioteknologi branchen, da det skaber større validitet i vores konklusion. Dette er blandt andet ved at indhente materiale i form af års- og miljørapporter fra fx andre virksomheder i hvid bioteknologi branchen.

Efter vi har fået større indsigt i branchen, vil vi analysere hvilken type klimastrategi som virksomhederne i hvid bioteknologi branchen bør implementere. Dette vil gøres på baggrund af den viden vi har opnået gennem teoriafsnittet og yderligere på baggrund af information fra Novozymes og hvad Novozymes har gjort for at være en miljøorienteret virksomhed. Det vil undersøges i hvilke processer det er vigtigt for branchen at være særlig miljøfokuseret, samt hvilke miljømæssige teknologiprincipper, virksomheder i hvid bioteknologi branchen, skal have inkorporeret i virksomheden for, at kunne udnytte restriktionerne. De miljømæssige teknologiprincipper, vil som udgangspunkt være dem, der er benyttet i teoriafsnittet, men i dette afsnit vil det blive analyseret hvilke der har relevans og kan anvendes i forhold til hvid bioteknologi branchen, og hvilke vi kan afkaste hvis nogen ikke har særlig relevans for denne branche. For at vi kan finde frem til dette benytter vi sekundær litteratur, i form af den teori, der blev anvendt i teoriafsnittet og primær litteratur, som er viden omkring hvid bioteknologi branchen.



Afslutningsvis vil vi analysere på vigtigheden af de relevante teknologiprincipper. Dette findes hensigtsmæssigt da der muligvis kan være mange teknologiprincipper der gør sig gældende indenfor hvid bioteknologi branchen. Dog, ønsker vi at finde frem til hvilke der er vigtigst at inddrage i en klimastrategi og derfor skal prioriteres frem for de andre. Dette skal skabe basis for vores konklusion som skal besvare spørgsmålet: hvordan bør virksomheder i hvid bioteknologi branchen udnytte klimarestriktionerne?

#### *3.4.3.1 Novozymes som case*

I det følgende vil vi gøre rede for hvorfor vi har valgt Novozymes som case virksomhed og hvordan vi vil bruge Novozymes i rapporten.

Novozymes er valgt som case-virksomhed, da de er ledende inden for hvid bioteknologiske produkter til den industrielle industri. Vi finder det derfor spændende at benytte Novozymes og undersøge hvilke overvejelser de har gjort omkring klimastrategi. Ydermere finder vi det interessant at undersøge hvilke teknologiprincipper de benytter for at leve op til klimarestriktionerne fra staten. Dette findes relevant at undersøge, da Novozymes vil bruges løbende gennem brancheanalysen til at validere hvorvidt Novozymes har benyttet de samme teknologiprincipper som vi mener, er de vigtigste at benytte for hvid bioteknologiske virksomheder hvis de skal udnytte klimarestriktionerne. En virksomhedsbeskrivelse af Novozymes kan findes i bilag 1.

Kontakten til Novozymes er ikke et tæt samarbejde, da vi ikke direkte løser et problem for virksomheden, men bruger dem som case til at få indblik i deres overvejelser og handlinger omkring klimastrategi. Novozymes vil derfor blive brugt som vores primære kilde for analysen og det er i højere grad ved hjælp af kontakten til Novozymes vi vil få dybere oplysninger omkring branchen. For ikke at drage alle konklusioner baseret på én virksomhed i branchen vælger vi at inddrage års- og miljørapporter fra andre virksomheder i hvid bioteknologi branchen. Dette gøres med det formål at kunne skabe større validitet i analysen og for at få andre synsvinkler på hvad de finder vigtigt at optimere i deres virksomhed for at være mere miljøvenlige. Samarbejdet med Novozymes er på forhånd fastlagt til at være omkring tre til fire henvendelser enten per personlig interview, telefonisk interview eller mailkorrespondance.

### 3.4.3.2 Dataindsamling for brancheanalysen

I dette afsnit vil vi komme ind på hvordan vi strukturerer vores dataindsamling, så der derved bliver skabt reliabilitet i projektet samt gøre rede for validiteten af vores dataindsamling.

Inden mødet med Claus Frier, Sustainability Manager i Novozymes, vil vi benytte desktop research, hvor vi via internettet og virksomhedens hjemmeside, vil finde generel information omkring branchen og Novozymes, så vi derved er velinformeret inden mødet.

For at få indsamlet yderligere information om Novozymes, da vi benytter dem som case-virksomhed, har vi valgt at benytte en kvalitativ undersøgelse, som består af personlige interviews med Claus Frier samt spørgsmål via mailkorrespondance. Dette mener vi er fordelagtigt, da vi i brancheanalysen vil opnå en dybdegående undersøgelse af hvorfor Novozymes har valgt at implementere en klimastrategi og hvad de har gjort for at opnå målene i strategien. Vi mener, ved interviews med Claus Frier, som er velvidende omkring emnet sustainability i Novozymes, kan opnå uddybende information om hvordan Novozymes og Claus Frier betragter begrebet sustainability og hvad Novozymes gør for at være en bæredygtig virksomhed. Derudover vil et personligt interview kunne skabe en dialog, som vil give en uddybelse af de spørgsmål vi har omkring Novozymes og om branchen generelt. Vi finder en kvalitativ undersøgelse mest fordelagtig sammenlignet med en kvantitativ undersøgelse. Dette er på baggrund af, at vi vil bruge Novozymes til at undersøge og teste om de teknologiprincipper vi er fundet frem til i analysen, er vigtigst for hvid bioteknologi branchen at implementere, er de samme som Novozymes har implementeret. Yin, (2009, s. 133) mener at kvalitative data er mest fordelagtige når man skal teste eller forklare ens forslag.

I det næstkommende vil vi komme yderligere ind på måden hvorpå vi har stillet spørgsmål og hvordan vi har valgt at stille disse.

#### 3.4.3.2.1 Udarbejdelse af spørgeguide

Inden udarbejdelsen af spørgeguiden til det første personlige interview, gjorde vi overvejelser omkring hvilke type spørgsmål der skulle stilles. Disse overvejelser gik på om det skulle være direkte spørgsmål, som er spørgsmål, der går lige til sagens kerne og kan virke påtrængende på nogle personer, eller indirekte spørgsmål, som er gode til at bløde samtalen op. (Baines et al. 2002, s. 98-100) Det første spørgeskema, der skulle baseres på et personligt interview var

derfor overordnede spørgsmål omkring virksomheden og deres håndtering af klimastrategi. Se bilag 2. Selvom vi sender spørgsmålene til vores interviewperson inden mødet betyder det ikke at vi for enhver pris vil holde os til spørgeguiden. Personlige interviews, vil lade os kunne stille uddybende spørgsmål, i tilfælde af, at svarene ikke er fyldestgørende eller det kan give os mulighed for at stille yderligere spørgsmål relateret til temaet af samtalen, som der ikke havde været aktuelle eller på dagsordenen inden interviewet. (Baines et al. 2002, s. 73) Derved kan vi ved et personligt interview sætte dagsordenen sammen med interviewpersonen. Vores fokus med første interview i Novozymes er at få et overordnet indtryk af virksomheden og omkring hvilke overvejelser de har gjort omkring klimapolitik og deres klimastrategi. Anden gang vi vil tage kontakt til Novozymes vil spørgsmålene i højere grad være uddybende og baseret på Novozymes' produktionsprocesser og hvad de konkret gør for at være miljøansvarlige. Ydermere finder vi det en fordel at få kontakt til produktionsfolk, der til dagligt arbejder i produktionen. Dette ønskes for at få en yderligere forklaring omkring hvordan deres produktionsproces foregår. I tredje interview med Claus Frier, vil spørgsmålene fokuseres på hvad Novozymes har gjort eller har gjort anderledes i forhold til de teknologiprincipper, som vi mener hvid bioteknologi branchen skal anvende i deres klimastrategi. Temaerne for interviewspørgsmålene vil opdeles på samme måde som vores rapport er opbygget. Det vil sige først overordnede overvejelser omkring klimastrategi. Dernæst omkring Novozymes' processer i virksomheden og dernæst hvordan Novozymes kan nuancere eller komplementere vores fundne teori.

Ud af de tre til fire aftalte henvendelser vi har med Novozymes, håber vi på, at mindst to af disse vil bestå af personlige interviews, da der som nævnt kan gives mere uddybende svar på spørgsmålene.

## 4 Introduktion til klimapolitik

Klimapolitik er blevet et politisk emne, der er blevet diskuteret mere og mere i de seneste år og vi mener derfor, at det er relevant kort at forklare hvorfor klimapolitik er blevet et omdiskuteret emne.

Dette vil vi gøre ved, at beskrive hvordan klimaforandringer har udviklet sig gennem årene og dernæst hvilken rolle staten har fået. Introduktionen til klimapolitikken skal give en forståelse for hvilke konsekvenser og påvirkninger klimaforandringerne har på kloden og det eksisterende liv. Det er derfor vigtigt at politikere i samarbejde med virksomheder gør en aktiv indsats for at tænke på miljøet.

### 4.1 Udviklingen af CO<sub>2</sub> og drivhusgasser

Klimaforandringer er inden for de sidste 30 år blevet et stort problem og det har givet store konsekvenser for miljøet og livet på jorden. Vi har siden industrialiseringen, i starten af 1900-tallet, udledt store mængder af drivhusgasser, uden at tænke på konsekvenserne for miljøet. I takt med at samfundene er blevet rigere og har oplevet mere velstand, til dels grundet industrialiseringen, er vores levestandard steget støt og i dag er det de færreste, der ikke har tv, computer, køleskabe, opvaskemaskine mm. som bruger enorme mængder af energi, både ved produktion, forbrug og til sidst destruktion af affald, og dermed er årsag til CO<sub>2</sub> udledning, som er en drivhusgas. I takt med at levestandarden er steget har det blandt andet bevirket, at vi har fået en bedre hygiejne og dermed færre sygdomme og epidemier, og dette har været med til at skabe en øget befolkningstilvækst på kloden. Inden industrialiseringen var befolkningstallet omkring 2,5 milliarder, i 1970 steg befolkningen til 4 milliarder og i 2020 er befolkningstallet estimeret til omkring 8 milliarder, det vil sige en fordobling i løbet af 50 år<sup>3</sup>. Den store ændring i befolkningstallet har medvirket til, at skove og landområder er blevet ryddet for, at dyrke afgrøder og dette har blandt andet ledt til at skabe en unaturlig balance i optagelse af CO<sub>2</sub>.

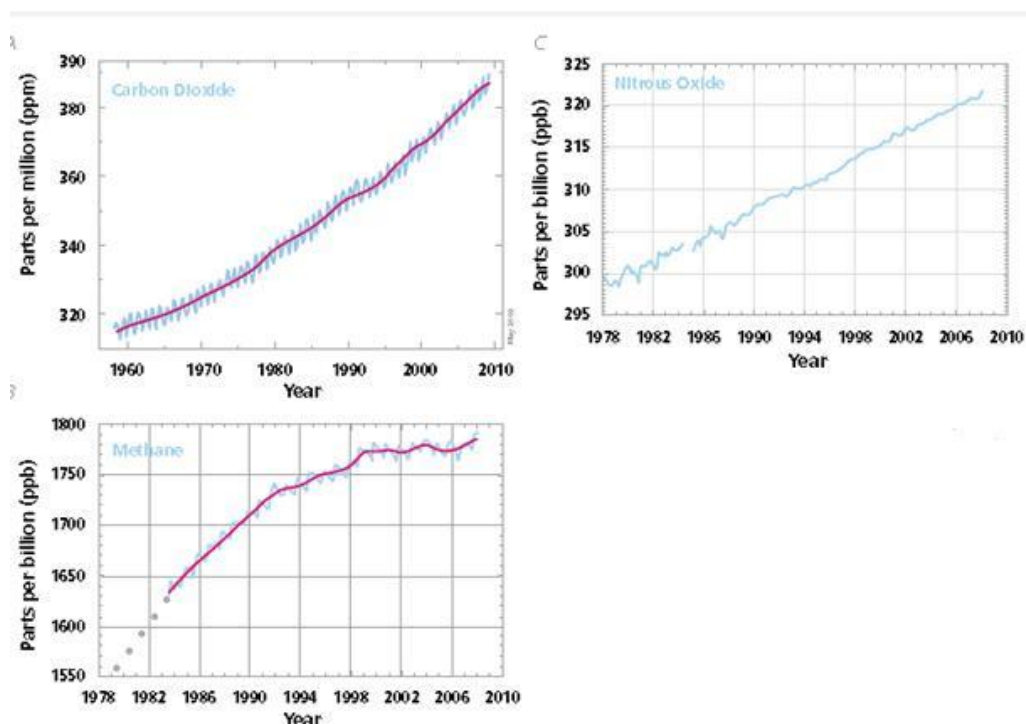
En anden bekymring er, at de begrænsede ressourcer, så som kul og olie inden for en kort årrække vil være sluppet op. Derfor er det ikke kun grundet et miljømæssigt perspektiv at

---

<sup>3</sup> [www.bu.dk](http://www.bu.dk)

virksomheder, lande og regeringer skal finde alternative energiresourcer, men også på grund af, at det i fremtiden kun vil være muligt at få energi fra alternative ressourcer. Det er derfor vigtigt at virksomheder investerer i alternative og nye former for energi, så de forbliver konkurrencedygtige på nationalt, såvel som på internationalt plan.

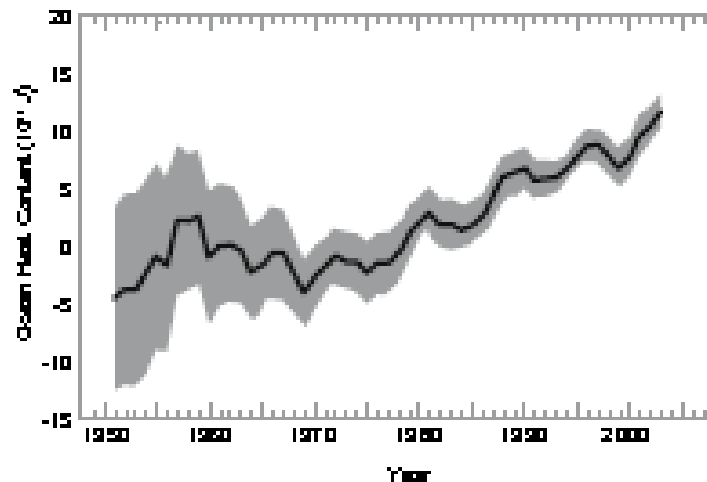
Mange er skeptiske omkring klimaforandringer og om klimaforandringerne i virkeligheden er et så stort problem som der bliver givet udtryk for. Dog kommer der flere og flere faktorer og rapporter, der understøtter at klimaforandringer *er* en realitet. Det er bl.a. bevist at der er sket en stigning af drivhusgasser. I figur 10, ses det at stigningen af NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> samt Metan er steget meget i løbet af de sidste 20-40år. Disse stigninger har en direkte sammenhæng med de stigende temperaturer på jordkloden, idet disse gasser lægger sig som en hinde i atmosfæren, hvilket medvirker til, at varmen forbliver på jordens overflade og ikke kan forsvinde ud i atmosfæren og dermed skaber øgede temperaturer. Disse drivhusgasser er direkte forbundet med virksomheders produktion og befolkningens forbrug. (Richardson et al. 2009)



Figur 10: Drivhusgasser (Richardson et. al. 2009)

Endnu et eksempel på, at der forekommer stigende temperaturer på jorden er, at den gennemsnitlige havtemperatur er steget fra 1950 til 2000 med 15 grader (fra -5 til +10), se

figur 11. Dette har blandt andet ført til, at isen på polerne smelter, som i sidste ende har indflydelse på, at vandstanden stiger (Richardson et al. 2009).



Figur 11: Havets temperatur fra 1950-2005 (Richardson et. al. 2009)

Forskere har udtalt at i fremtiden vil 20 % af jordoverfladen ende under vand, hvilket vil medføre, at dele af verden vil blive oversvømmet (Nedergaard, 2007, s. 14 + Chichilnisky et al. 2009, s. 36). Ydermere er det bevist at sommerfugleracer er uddøde og isbjørnene er blevet en truet dyreart grundet opvarmningen af Antarktis (EEA Miljøsignaler 2010). Derudover har vi oplevet flere ekstreme naturkatastrofer blandt andet Hurricane Katrina i 2005<sup>4</sup>, Tsunami i Thailand i 2004<sup>5</sup>, Skovbrænde i Rusland i 2010<sup>6</sup> og oversvømmelser i Queensland, Australien i 2010<sup>7</sup> samt at gennemsnitstemperaturerne er steget gennem en årrække. (Kathrine Richardson et. al. 2009)

En stor del af debatten går ud på, at vi skal kunne give vores klode videre til vores efterkommere, i den stand som vi gerne selv vil have den. Er det fair at det er vores efterkommere, der skal betale for den forurening vi forårsager i dag og er det fair at vores efterkommere ikke kan gøre brug af de samme ressourcer som vi har i dag?

<sup>4</sup> [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk)

<sup>5</sup> [www.denstoredanske.dk](http://www.denstoredanske.dk)

<sup>6</sup> [www.politiken.dk](http://www.politiken.dk)

<sup>7</sup> [www.ekstrabladet.dk](http://www.ekstrabladet.dk)

## 4.2 Den internationale klimaret, EU og Danmark

Eftersom der er mange konsekvenser af de klimaforandringer vi har været vidner til indtil nu, har verdens ledere set sig nødsaget til at gå sammen og nå frem til en fælles strategi hvortil man kan undgå kommende eller yderligere forandringer i klimaet. Den Internationale Klimaret har været længe undervejs og har krævet mange langvarige forhandlinger. Grundlæggende omhandler den Internationale Klimaret om, at få reduceret drivhusgasser, så vores efterkommere ikke skal lide under den forurening som vi forårsager i dag (Nedergaard, 2009 s. 48) Der skal derfor nås et forlig om reduktionsmål for alle lande i verden, så der kan sættes nogle restriktioner for, at reducere emissionerne og undgå at kloden bliver varmere, hvilket er det kritiske ved klimaforandringerne.

Når alt kommer til alt er den største konflikt at restriktionerne kan forårsage at landene og virksomhederne bliver svækket konkurrencemæssigt, hvis der bliver stillet for strenge krav fra staten. Dette er grunden til at nogle lande holder sig tilbage i underskrivningen af en samlet protokol. Man er bange for, at de mange restriktioner vil føre til alternative og mere omkostningstunge løsninger for virksomhederne, hvilket fører til at konkurrencedygtigheden forringes og profitten for virksomheder formindskes. Derfor er det vigtigt, at der blandt de store industrielle lande er enighed om en aftale. (Nedergaard, 2009, s. 123)

EU har udover at stå i spidsen for reduktioner lavet et 20-20-20 mål, som går ud på at 20 % EU's energiforsyning skal baseres på vedvarende energi i 2020. Dette vil de øge til 30 % hvis andre lande vil tage deres del af ansvaret. Men kan danske virksomheder forblive konkurrencedygtige og skal danske virksomheder implementere en klimastrategi? Dette vil vi prøve at finde frem til i denne opgave. (Hedegaard, 2010 + Europa-Kommissionen, 2010)

For at nå 20-20-20 målene hævder Europa-Kommissionen (2010), at der er fire fokusområder der skal fokuseres på: Ressourcer og affaldshåndtering, bæredygtigt forbrug og produktion, naturen og biodiversitet samt klimaforandringerne. Disse fire områder indgår alle i begrebet bæredygtighed, men hvad menes der med at være bæredygtig.<sup>8</sup> Dette vil vi i næste afsnit definere. Og efter denne definition, vil vi påbegynde teoriafsnittet omkring hvordan virksomheder opnår bæredygtighed og dermed er en miljøvenlig virksomhed.

---

<sup>8</sup> [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)

### 4.3 Definition af bæredygtighed

Bæredygtighed er et centralt begreb i diverse videnskabelige artikler og avisartikler, når det handler om at gøre en aktiv indsats for at bekæmpe klimaforandringerne. Derfor finder vi det essentielt, at definere bæredygtighedsbegrebet. Størstedelen af diverse artikler henviser til Brundtland-rapporten fra 1987, der er udarbejdet af ”The World Commission on Environment and development”, som er en organisation under FN. Ved denne rapport blev der for første gang, set i globalt perspektiv, sat fokus på begrebet bæredygtighed. Rapporten lægger vægt på de globale udfordringer som verden står over for, som fx befolkningstilvækst, nationernes kapløb om større profit og udtømmning af ressourcer (Gollan et al. 2001). I dag bor omkring 20 % af verdens befolkning i de industrialiserede lande, men selvom i-landene kun huser 20 %, benytter de 60 % af verdens ressourcer. (Chichilnisky et al. 2009, s. 4) Denne ubalance er årsagen til at man ikke kan tale om at verden er bæredygtig, da alle befolkningsgrupper ikke opnår det bedste, jf. nedenstående definition af bæredygtighed. Brundtland-rapporten var den første rapport, der definerede bæredygtighed og definitionen er blevet flittigt brugt i andre videnskabelige artikler som er skrevet senere hen.

I rapporten defineres bæredygtighed som:

*”skaffer menneskene og miljøet det bedste uden at skade fremtidige generationers mulighed for dække deres behov” (Gollan et al. 2001, Goodland 1995)*

Som det fremgår af definitionen, handler det om, at man ikke skal give afkald på noget, men stadig kan leve det liv vi i dag lever. Dog ligger det også i definitionen at vi bliver nødt til at tænke på vores fremtidige generationer, da de bliver påvirket af de handlinger vi foretager os i dag. Man taler om bæredygtighed når noget som har værdi for os bliver truet eller formindskes (Sutton, 2004).

Denne bæredygtighedsdefinition er en overordnet definition af hvordan bæredygtighed bliver opfattet. I det næste afsnit vil der derfor være en undersøgelse af hvordan bæredygtighed er defineret i virksomhedsregi.



## 5 Teoretisk undersøgelse af hvordan virksomheder bør udnytte klimarestriktionerne

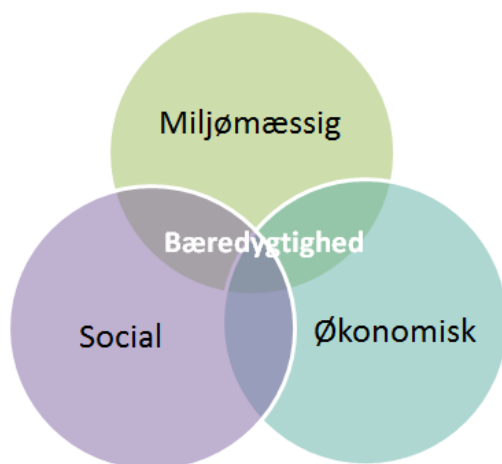
I dette afsnit vil vi ved hjælp af en teoretisk undersøgelse komme frem til hvordan virksomhederne bør udnytte klimarestriktionerne.

Den teoretiske undersøgelse vil være struktureret ud fra Sarkis' model, jf. figur 6, i metodeafsnittet. Først vil vi komme ind på begrebet klimastrategi og herunder undersøge om det er fordelagtigt for virksomheder at implementere en klimastrategi (strategiske elementer). Derefter vil vi undersøge i hvilke processer hvor det er særligt fordelagtigt for virksomheder at være miljøfokuseret (operationelle elementer) og afslutningsvis vil vi undersøge hvilke teknologiprincipper, der kan være fordelagtige for virksomheder at benytte hvis de skal kunne udnytte klimarestriktionerne (miljømæssige teknologiprincipper).

### 5.1 De tre bobler inden for bæredygtighed

I dette afsnit vil der blive beskrevet hvordan virksomheder opnår bæredygtighed og herunder hvilke parametre som er vigtige, at have fokus på, når man skal kunne omtale sig som en bæredygtig virksomhed. Herunder vil det blive forklaret hvad hver boble indeholder, samt hvad vi mener, er vigtigst for virksomhederne at fokusere på, når de skal have mest udbytte af klimarestriktioner, jf. problemformuleringen.

Ifølge Rusinko (2010) kan man opdele bæredygtighed i tre forskellige kategorier, se figur 12.



Figur 12: De tre bobler inden for bæredygtighed

Disse tre kategorier er hos andre forfattere også kendt som "the three pillars", "the triple bottom line" eller de tre P'er: Planet, People, Profit. (Norman, 2004 + EuropaBio, 2003 + DSM) Essensen med denne teori er, at for at kunne drive en bæredygtig virksomhed skal man ikke kun kigge på det økonomiske perspektiv i virksomheden, men man skal også inddrage det sociale og miljømæssige perspektiv. Formår man at integrere disse tre perspektiver i ens virksomhedsstrategi, vil det være muligt at opnå

bæredygtighed (Norman 2004). Denne teori er interessant at betragte, da den ser på hvilke aspekter virksomheden skal integrere for at kunne være en bæredygtig virksomhed og dermed kunne udnytte de restriktioner, som staten stiller.

For at kunne bruge de tre bobler i vores sammenhæng vil vi undersøge om nogle af boblerne har mere eller mindre relevans i forhold til vores problemformulering. Derfor vil der være en beskrivelse af hvad henholdsvis det miljømæssige-, sociale og økonomiske perspektiv indebærer.

### **Det miljømæssige perspektiv**

Overordnet set omhandler miljømæssig bæredygtighed om, at virksomheden skal spare og genbruge naturressourcer, med fokus på at beskytte miljøet, fremfor at være en belastning for miljøet. Det er især vores naturressourcer der ønskes at spare på, da vi tager dem for givet, jf. afsnit 4.2 (Den internationale klimaret, EU og Danmark), og glemmer ofte at de er begrænsede. Man er sikker på at olie, kul og mineraler en dag vil slippe op og derfor vil man i fremtiden gerne være uafhængig af begrænsede naturressourcer. Dette betyder at al energi og varme skal stamme fra fornybare ressourcer. Miljømæssig bæredygtighed understøtter initiativer som alternativ energi, at reducere forbruget af fossile brændsler, reducere udryddelse af skove samt at genbruge. (Sutton 2004)

Som skrevet i ”Introduktion til klima” (afsnit 4) har virksomhedernes forurening også en stor effekt på ændringer i naturen og den globale opvarmning. Derfor har de forskellige landes regeringer og den nationale klimapolitik stor indflydelse på miljømæssig bæredygtighed (Gollan et al. 2001). Dette skyldes, at der uden restriktioner på udledning af drivhusgasser, ville være mindre grundlag for virksomheder, at integrere en klimastrategi i virksomheden. Indtil videre har EU været forbillede for at være miljømæssig bæredygtig og dette har ledt til at danske virksomheder globalt set har et af de højeste reduktionsmål. (Nedergaard, 2009, s. 67)

### **Det sociale perspektiv**

Det sociale perspektiv, er der skrevet mindst litteratur om, da denne boble er blevet integreret i bæredygtighedsdefinitionen senere end de to andre bobler. Da Brundtland-rapporten

definerede bæredygtighed, var definitionen i første omgang kun bygget op omkring en two-pillar version, som indeholdt miljø og økonomi. Senere blev det sociale perspektiv dog en integreret del af teorien. (Gollan et al. 2001)

Hvis en virksomhed skal integrere det sociale perspektiv i virksomheden skal de tænke over, at de miljømæssige handlinger/beslutninger de foretager sig i dag, har eller kan have en negativ indflydelse på nuværende og fremtidige generationer eller på miljøet. Derved skal virksomheden gøre en aktiv indsats for at undgå de negative påvirkninger. (Sharma, 2003)

Især emissionerne af drivhusgasser har haft en negativ indflydelse på befolkningen i u-landene. Dette er grundet, at mange lever under fattigdomsgrænsen og deres livsgrundlag er rent drikkevand samt deres afgrøder, hvilke bliver beskadiget på grund af klimaændringer. (Carlson, 2009, s. 13-14) Det sociale perspektiv kan også indebære, at man som virksomhed behandler alle folk retfærdigt og ikke udsætter medarbejdere for fare, samt at man har nogle acceptable arbejdstider, lønninger og et sikkert arbejdsmiljø (Sharma et al. 2003). Derudover indebærer det at virksomheden handler ansvarsfuldt i form af, at udvælge leverandører som fx ikke at benytte sig af børnearbejde.

### **Det økonomiske perspektiv**

Den sidste parameter under bæredygtighed er det økonomiske perspektiv. Det økonomiske perspektiv omhandler, at virksomheden får udnyttet deres ressourcer på den mest profitable måde. Økonomien er en stor del af fundamentet. Et eksempel hvorpå virksomheden er økonomisk bæredygtige kan være effektivisering af energi, hvor virksomheden ikke kun opnår en økonomisk gevinst, men også mindsker belastningen på miljøet. Det økonomiske perspektiv er det punkt, der er sværest at finde en profitabel løsning på, når den skal integreres med de to andre perspektiver. Dette er på grund af, at miljørestriktioner umiddelbart er lig med meromkostninger for virksomheden.

I næste afsnit vil det blive uddybet hvordan de beskrevne tre perspektiver indbyrdes hænger sammen.

Sammenhængen mellem de tre bobler er ikke alle lige interessante i forhold til at besvare vores problemformulering, som lyder ”Hvordan bør virksomheder i hvid bioteknologi branchen udnytte klimarestriktioner?”. Derfor vælger vi, at fokusere på det miljømæssige- og

økonomiske perspektiv, og dermed afgrænse os fra det sociale perspektiv. Dette er på grund af, at de to førstnævnte er fokusområdet for vores problemformulering, da miljørestriktionerne umiddelbart medfører til meromkostninger for virksomheden. Det interessante er derfor at undersøge om miljørestriktionerne *kan* ses som en mulighed for vækst i virksomheden eller om det kun har en negativ påvirkning på virksomhedens fremtidige vækst.

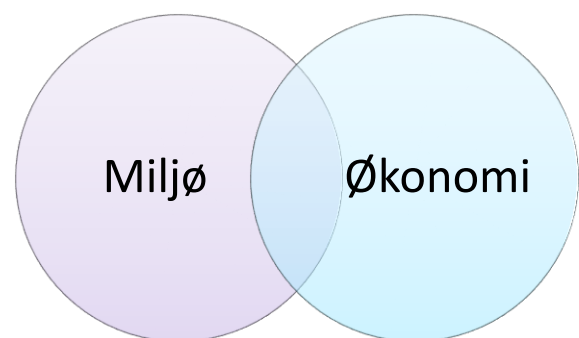
En virksomheds klimastrategi defineres i denne rapport derfor som en integrering af det miljømæssige og det økonomiske perspektiv. I det næstkommende afsnit vil vi derfor undersøge hvordan virksomheder kan få integreret disse perspektiver.

### 5.1.1 Undersøgelse af hvilken klimastrategi virksomheder bør implementere

I dette afsnit vil vi undersøge hvilke fordele og ulemper, der er ved at implementere en klimastrategi i en virksomhed, der integrerer det miljømæssige og økonomiske perspektiv. Herunder vil vi undersøge om virksomheder skal implementere en proaktiv eller reaktiv klimastrategi og om det *er* økonomisk fordelagtigt at implementere en klimastrategi.

#### 5.1.1.1 Integration af det miljømæssige- og økonomiske perspektiv

Som nævnt tidligere har virksomheder hidtil set miljørestriktioner samt at integrere det miljømæssige perspektiv i virksomheden, som værende en hindring for økonomisk vækst i virksomheden. Virksomhederne bliver dog i højere grad tvunget til at integrere miljø og økonomi i virksomheden, figur 13, da restriktionerne bliver mere omfattende og offentligheden bliver mere bevidste om skadesvirkningerne på miljøet. Mangel på miljøbevidsthed kan medføre til, at kunder fravælger virksomhedens produkter, hvilket vil påvirke virksomhedens økonomi. I dette afsnit vil vi diskutere hvordan virksomhederne skal agere i forhold til miljørestriktionerne samt hvorvidt det er fordelagtigt for virksomheder at implementere en klimastrategi.



Figur 13: Integration af miljø og økonomi

Mange teoretikere, her i blandt Sharma et al. (1998), Johansson et al. (2010), Theyel (2000) og Pojasek (2007) deler holdningen om, at hvis virksomheder implementerer en klimastrategi har det flere fordele for virksomheden. Disse fordele er blandt andet nævnt at være: reducerede omkostninger i forhold til CO<sub>2</sub> afgifter betalt til staten, mindre spildaffald, energi- og materiale besparelse, konkurrencefordele og mulighed for at være en innovativ virksomhed (Pralad, 2009). Såfremt virksomheder vælger at investere og ændre i nogle af deres produktions- eller produktprocesser, vil der være store mulige økonomiske gevinster i fremtiden. Virksomhederne skal være opmærksomme på at gevinsten ikke umiddelbart vil forekomme i løbet af det første år, da der vil være forholdsvis store udgifter forbundet med eventuelle omstruktureringer af arbejdsforhold og produktionsprocesser, som har direkte tilknytning til virksomhedens miljøstrategi.

#### *5.1.1.2 Undersøgelse af proaktivitet kontra reaktivitet klimastrategi*

I dette afsnit vil vi undersøge om det er mest fordelagtigt for virksomheder at være proaktive eller reaktive i deres klimastrategi og herunder se hvilke fordele og ulemper der er ved henholdsvis begge strategier. Dette vil gøres ved at se på forskellige forskeres holdninger. Afslutningsvis vil vi konkludere hvilken type klimastrategi, vi mener, at virksomheder bør implementere.

Hvis virksomheder vælger at agere proaktivt i forhold til de restriktioner, der kommer fra staten vil de opleve en del konkurrencefordele i forhold til konkurrenter. Disse er i form af færre omkostninger (i processerne, input og produkter) samt innovation (i processer, produkter og operativsystemer). Derudover vil virksomheder forbedre deres image og deres forhold til interessenter ved, at de kan positionere sig selv som en grøn virksomhed. (Sharma et al. 1998 + Theyel, 2000)

Såfremt virksomheder vælger at være reaktive i deres klimastrategi opleves ovennævnte fordele ikke, da deres klimastrategi *kun* lige lever op til kravene. Virksomheden vil ikke formå at ændre deres virksomhedsprofil til, at være nytænkende og innovativ og derved kunne differentiere sig i forhold til deres konkurrenter. Det vil ikke være muligt at skabe yderligere værdi i virksomheden, da der umiddelbart kun vil være udgifter forbundet med at være reaktiv og disse udgifter vil ikke give en fremtidig gevinst. Dog, vil reaktive virksomheder ikke have samme gæld som proaktive virksomheder, da investeringsgraden ikke vil være så omfattende.

(Sharma et al. 1998) I sammenhæng med dette har Hart (1997) og Hart et al. (1996) ligeledes diskuteret, hvilken type klimastrategi virksomheder bør have. De mener, at virksomheder kan nedsætte deres udslip på to måder: de kan vælge at *kontrollere* deres udslip og dermed regulere udslippet løbende, ud fra de restriktioner, der bliver sat, det vil sige nu-og-her løsninger (reaktiv) eller virksomheder kan agere proaktivt ved at *forebygge* udslip ved langsigtede investeringer i mere langvarige løsninger. Hart et al. (1996) konkluderer at det vil være mest økonomisk fordelagtigt for virksomheder, at vælge forebyggelsesmetoden, da investeringen giver virksomheden en konkurrencemæssig fordel, i form af blandt image og at have en virksomhed, der fremmer innovation. Dog nævnes det, at det kræver langt flere ressourcer at være proaktiv, blandt andet i form af dybdegående analyser omkring forskning i innovative løsninger. Derfor er det vigtigt at virksomheder har en stor kapital, som kan dække nuværende investeringsomkostninger og de skal være indstillede på at investeringen er langsigtet, hvilket betyder at resultaterne af investeringerne muligvis først er synlige efter en længere periode.

Sarkis (2001), definerer virksomhedens mulighed for at have en klimastrategi på tre niveauer. Disse er "lineære materiale flow", "quasi-cyklisk materiale flow" og "komplet cyklisk materiale flow". Det *lineære materiale flow* er defineret som, at energi kommer ind i systemet/produktion og løber direkte ud igen. Hvorimod *quasi cyklisk materiale flow* stadig bruger energi i produktion, dog med brug af reducerede ressourcer og hvor energien bliver omdannet i miljørigtige komponenter/maskiner og der vil være et begrænset spild af ressourcer. Den optimale løsning, *komplet cyklisk materiale flow* er beskrevet hvor energien, der indtræder i produktionen bliver fuldstændig udnyttet og genanvendt i forskellige komponenter i produktionen. Dangelico et al. (2010) har på samme måde som Sarkis (2001) prøvet, at definere hvorvidt og i hvor høj grad en virksomhed er miljøbevidst. Dangelico et al. (2010) bruger ligeledes tre typer hvorpå man er miljøbevidst, som "less negative, null eller positive". *Less negative* omhandler, at man som virksomhed udleder gasser, der er mindre miljøskadelige i forhold til andre lignende produkter, dvs. at man fx benytter alternative produktionsmetoder til at nedsætte udledningen. *Null* er ensbetydende med at virksomheden ikke udleder gasser, der er til skade for miljøet, det vil sige at alt input bliver genbrugt. Det sidste perspektiv *positive* betyder at virksomheden producerer energi fra fornyelige ressourcer, det vil sige intet af den energi, der bliver brugt i produktionen er fra fossile brændsler, men vil være fra alternative energiformer og derudover udleder virksomheden ikke

gasser i naturen. Derudover er ”positive”, at produkterne skaber værdi i og med at deres produkter medvirker til en samlet reducere af den negative miljøpåvirkning.

For at give et overblik over de forskellige forfatters synspunkter har vi i tabel 1 illustreret hvordan disse teorier hænger sammen.

|           |                  |                   |                 |          |
|-----------|------------------|-------------------|-----------------|----------|
| Sharma    | Reaktiv strategi | Proaktiv strategi |                 |          |
| Hart      | Kontrollerende   | Forebyggende      |                 |          |
| Dangelico | -                | Less negative     | Null            | Positive |
| Sarkis    | Lineær materiale | Quasi cyklisk     | Komplet cyklisk | -        |
|           |                  | Stadie 1          | Stadie 2        | Stadie 3 |

Tabel 1: Typer af klimastrategi

Vælger virksomhederne en reaktiv/kontrollerende/lineær strategi har virksomheden som sagt ikke mulighed for at være innovativ. Virksomheden lever løbende op til restriktionerne, men gør intet i virksomheden for at tænke forud for restriktionerne. Vælger man en reaktiv strategi har man dog den fordel, at det ikke kræver store investeringer i forskning i miljørigtige løsninger. Typisk er det små virksomheder med en mindre kapital der ville drage fordel af sådan en strategi.

Som det ses af tabel 1, har vi valgt at dele den proaktive/forebyggende strategi op i tre stadier:

1. Sarkis’ (2001) anden definition, som er *quasi cyklisk materiale flow* stemmer overens med Dangelico et al.’s (2010) definition af *less negative*, som begge handler om at implementere en teknologi, som mindsker udslippet af gasser og hermed gør mindre skade på miljøet. Dette har vi valgt at kalde stadie 1, i form af at være proaktiv
2. En virksomhed, der vælger at være *null* eller har *komplet cyklisk materiale flow* vil opleve en højere grad af investering i R&D og innovation inden for vedvarende og genanvendelige energiformer. For at være i stadie 2, skal virksomheden kunne

genbruge spildprodukter i produktionen, samt udelukkende benytte vedvarende energi i produktionen. (Dangelico, 2010 + Sarkis, 2001)

3. Den sidste strategi består af Dangelicos (2010) *positive* strategi. Denne strategi er en sammenfatning af de to andre proaktive strategier, hvor mange både skal genbruge spildmaterialer, anvende alternative energiresourcer og derudover skal virksomhedens produkter medvirke til at løse miljøproblemet og dermed have en mindre skadesvirkning på miljøet. Denne strategi kan blandt opnås ved at virksomheden investerer i alternative energiformer. Det er dog på nuværende tidspunkt svært at opnå, men i fremtiden kan det være muligt for virksomheder at opnå dette.

Ud fra ovennævnte teoretikeres syn på, om hvorvidt virksomheder skal implementere en klimastrategi, kan det konkluderes, at der er store fordele ved at implementere en klimastrategi i virksomheden. Vi mener ud fra ovennævnte undersøgelse, at det på nuværende tidspunkt vil være mest fordelagtigt for virksomheder at implementere en proaktiv strategi. Et godt udgangspunkt for virksomheder er, at starte med en less negative/quasi cyklisk strategi for at få mindsket udledningen af gasser. Derefter kan de stræbe efter at få en null/komplet cyklisk strategi eller en *positive* strategi, som medfører, at virksomheder ikke har noget udledning fra produktionen, at alt bliver genbrugt og yderligere at produktet medfører til en mindre belastning på miljøet. Som sagt kan det være svært for virksomheder at opnå og det er en strategi, der ligger langt hen i fremtiden.

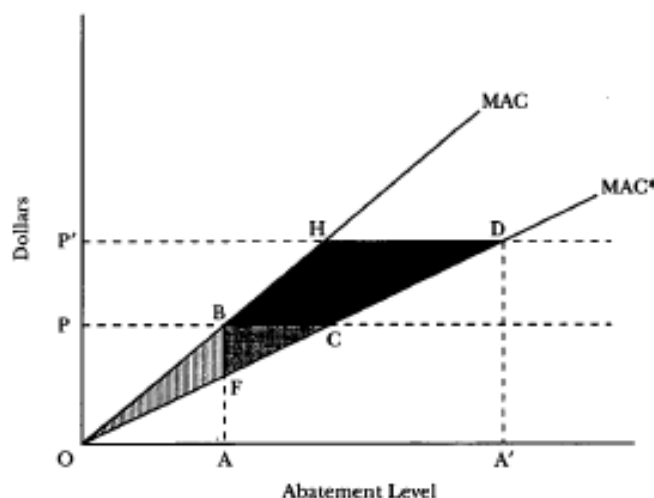
Efter at have kigget på hvilke fordele der kan være ved at implementere en proaktiv strategi, vil der nu betragtes hvilke ulemper, der kan være ved at implementere en klimastrategi. Vi mener ikke, at man kan undgå at se på det perspektiv, at det kræver forholdsmæssige store investeringer og at klimarestriktionerne har en negativ effekt på virksomhedens bundlinje. Derfor vil næste afsnit se på klimarestriktionernes negative indvirkning på økonomien.



### 5.1.1.3 Klimarestriktioners negative indvirkning på økonomien

I de ovenstående afsnit er der blevet argumenteret for de positive aspekter ved, at integrere det miljømæssige- og økonomiske perspektiv, hvilke blandt andet er reducerede omkostninger, mindre spildaffald, energi- og materialebesparelse, konkurrencefordele og innovationsskabende virksomhed. I dette afsnit findes det derfor relevant, at se på hvorfor mange virksomheder er påpasselige med at implementere en proaktiv miljøstrategi. Dette afsnit vil undersøge, om en virksomheds økonomi bliver påvirket negativt af de restriktioner, som der bliver pålagt virksomhederne.

Palmer et al. (1995) har opstillet en graf, se figur 14, der viser hvornår og om det kan betale sig for virksomheder, at investere i miljøforbedringer og bekæmpelse af forurening. Derudover afbilleder grafen hvorvidt virksomhedens økonomi bliver påvirket af implementeringen af en klimastrategi.



Figur 14: Incitamentet til at innovere på baggrund af kvoterestriktioner (Palmer et al. 1995, s. 123)

Ovenstående graf, figur 14, viser ud af x-aksen reduktionskravene (stigning fra venstre mod højre) og på y-aksen, omkostninger (US dollars) for virksomheden. Graferne synliggør i hvor høj grad omkostningerne stiger på baggrund af bekæmpelse af restriktionerne. MAC grafen (uden stjerne) er den nuværende marginalomkostning, som virksomheden skal bruge for at

reducere deres forurening, med deres eksisterende teknologi. Desuden viser den, at marginalomkostningen for at reducere forurening generelt er stigende (opadgående graf). Hvis en virksomhed ønsker at reducere dens marginal omkostninger, kan den vælge at investere i R&D for at udvikle eller finde ny teknologi, som vil medføre til reducere forurening,  $MAC^*$ .

Denne model er bygget op omkring, at staten benytter kvotereguleringer/skatter, så virksomhederne skal gøre en aktiv indsats for at afhjælpe klimaproblematikken. Så længe virksomheden kan bekæmpe udledningen selv og denne omkostning ikke overstiger prisen for kvoter, vil virksomheden vælge at gøre dette. Det vil sige at virksomhederne er reaktive i forhold til de restriktioner, som regeringen sætter og de er ikke innovative i deres måde at tænke på. Det vil sige, at virksomhederne lever op til kravene, dog uden at gøre en aktiv indsats for at nedsætte miljøforureningen.

Hvis virksomheden benytter nuværende teknologi og betaler kvoten  $P$ , vil de kunne opnå  $A$  til bekæmpelse af forurening og skal ikke investere i R&D. Hvis virksomheden vælger at investere i R&D kan de opnå højere bekæmpelse af forurening, punktet  $C$ . Ydermere, hvis virksomheden vælger at investere i R&D i punktet  $A$ , vil reduktionsomkostningerne før  $A$ , være billigere for virksomheden. Investeringen i R&D vil medføre omkostningsreducering på trekant  $OFB$ . Derudover, hvis virksomheden er på  $MAC^*$ , vil de kunne bekæmpe mere forurening uden, at betale yderligere omkostninger,  $BFC$ . For at opsummere, vil den totale fortjeneste ved at innovere i R&D blive  $OFCB$ . Eftersom virksomheder indtil videre ikke har valgt at investere i R&D for at finde alternative løsninger, må konklusionen til dette være, at  $OFCB$  – fortjenesten ikke overstiger de omkostninger, som der ligger i at investere i R&D (Palmer et al. 1995). Ud fra dette kan det konkluderes, at en virksomheds profit bliver lavere når der indføres restriktioner fra regeringen samt at fordelene ved R&D ikke udgør en stor nok gevinst. R&D og innovation medvirker derfor ikke til, at virksomhederne kan optjene en højere profit, men tværtimod medfører restriktionerne, at virksomheden mister profit.

Hvis vi betragter grafen yderligere, og hvis restriktionerne øges til  $P'$ , vil omkostningerne blive højere, punktet  $H$ , hvilket mindsker virksomhedens samlede profit. Selvom virksomheden skulle vælge at innovere i R&D og dermed træde ned på  $MAC^*$  (indføre en ny teknologi), punktet  $D$ , vil det for virksomheden stadig udgøre en ekstraomkostning, så snart der forekommer yderligere restriktioner. Det vil sige at selv om en virksomhed vælger, at

indføre en ny teknologi, vil strengere krav fra staten stadig medføre til, at profitten for en virksomhed vil formindskes. (Palmer et al. 1995)

Fra Palmer et al.'s (1995) synspunkt er det svært at integrere miljø- og økonomisk bæredygtighed i virksomheder, da en klimastrategi og restriktionerne udelukkende har en negativ effekt på virksomhedens bundlinje.

Kritikken af denne model lyder, at den er meget statisk, da den betragter investeringen kortsigtet og ikke ser på den teknologiudvikling, der løbende sker samt den viden man kan opbygge ved at have en innovationsafdeling. Selvom at investeringen i R&D kan være omkostningsfuld er virksomhederne nødt til, i en vis grad, at følge med tiden og udviklingen, der sker i teknologierne. Hvis de ikke gør dette, vil virksomhederne på alle måder sagtnes bagud i forhold til konkurrenter. Markedet i dag er meget dynamisk og derfor er det vigtigt, selv at følge med markedet og de nye teknologier. I sammenhæng med dette, er det vigtigt at virksomheder også vælger at kigge på hvilke fordele investeringer kan betyde i fremtiden og ikke kun ser kortsigtet på investeringen. En økonomisk investering i R&D for at finde alternative miljøteknologier, kan gavne både nu og i fremtiden og muligvis give en konkurrencemæssig fordel i forhold til konkurrenter.

### 5.1.2 Opsummering af de tre bobler

I dette afsnit vil vi opsummere og diskutere de vigtigste punkter der har været under de tre bobler. Vi kom frem til, at en klimastrategi er en integrering af det økonomiske- og miljømæssige perspektiv og derudover at virksomheder kan implementere to typer af klimastrategier. De kan for det første vælge at være reaktive/kontrollerende og dermed løbende stå over for udgifter forbundet med strengere restriktioner. Restriktionerne vil aldrig blive set som fordele og vil altid være en begrænsning for virksomheden i at opnå højere økonomisk profit, jf. Palmer et al.'s (1995) vurdering. Den anden mulighed som virksomheder kan vælge er, at agere proaktiv/forebyggende, hvilket vil kræve en langsigtet og omfattende investering, dog vil det kunne give virksomhederne en langt større konkurrencemæssig fordel i form af en innovativ tankegang, reducerede omkostninger, bedre image, materialebesparelser mm.

Vi mener i lighed med Hart (1997), Sharma et al. (1998) og Theyel (2000), at det vil være mest fordelagtigt for virksomheder at vælge en proaktiv/forebyggende klimastrategi, hvis man skal udnytte klimarestriktionerne bedst muligt. Dette er konkluderet på baggrund af, at have undersøgt hvilke fordele og ulemper, der er ved at integrere det miljømæssige- og det økonomiske perspektiv i virksomheden. Palmer et al. (1995) hævder på baggrund af grafen, figur 14, at det bedst kan betale sig med en reaktiv strategi og at det ikke vil være økonomisk fordelagtigt at investere i ny teknologi, da staten løbende vil komme med nye restriktioner og man dermed kan blive ved med at investere i ny teknologi. Han mener derfor at man skal se tiden an og håndtere restriktionerne når det er aktuelt. Vi mener dog i lighed med kritikken af grafen at den er meget statisk og tænker meget kortsigtet. Den beskriver ikke hvilke langsigtede konkurrencemæssige fordele der er ved at investere i ny teknologi.

I dette afsnit er vi kommet frem til at virksomheder skal være proaktive hvis de skal udnytte klimarestriktionerne og dermed opnå fordele såsom bedre image, at opnå en bedre position på markedet i forhold til interessenter, der er miljøfokuseret og dermed opnå større konkurrencedygtighed. Samtidig vil virksomheden være forud for løbende restriktioner fra staten, hvilket medfører, at udgifter på miljø ikke vil være stigende gennem virksomhedens levetid, men være en engangsinvestering med løbende forbedringer. Hvis man vælger at være reaktiv vil der løbende være forholdsvis store omkostninger igennem virksomhedens levetid, hvilket vi ikke mener, er fordelagtigt for virksomheder.

## **5.2 Undersøgelse af hvilke principper virksomheder skal implementere for at udnytte klimarestriktionerne**

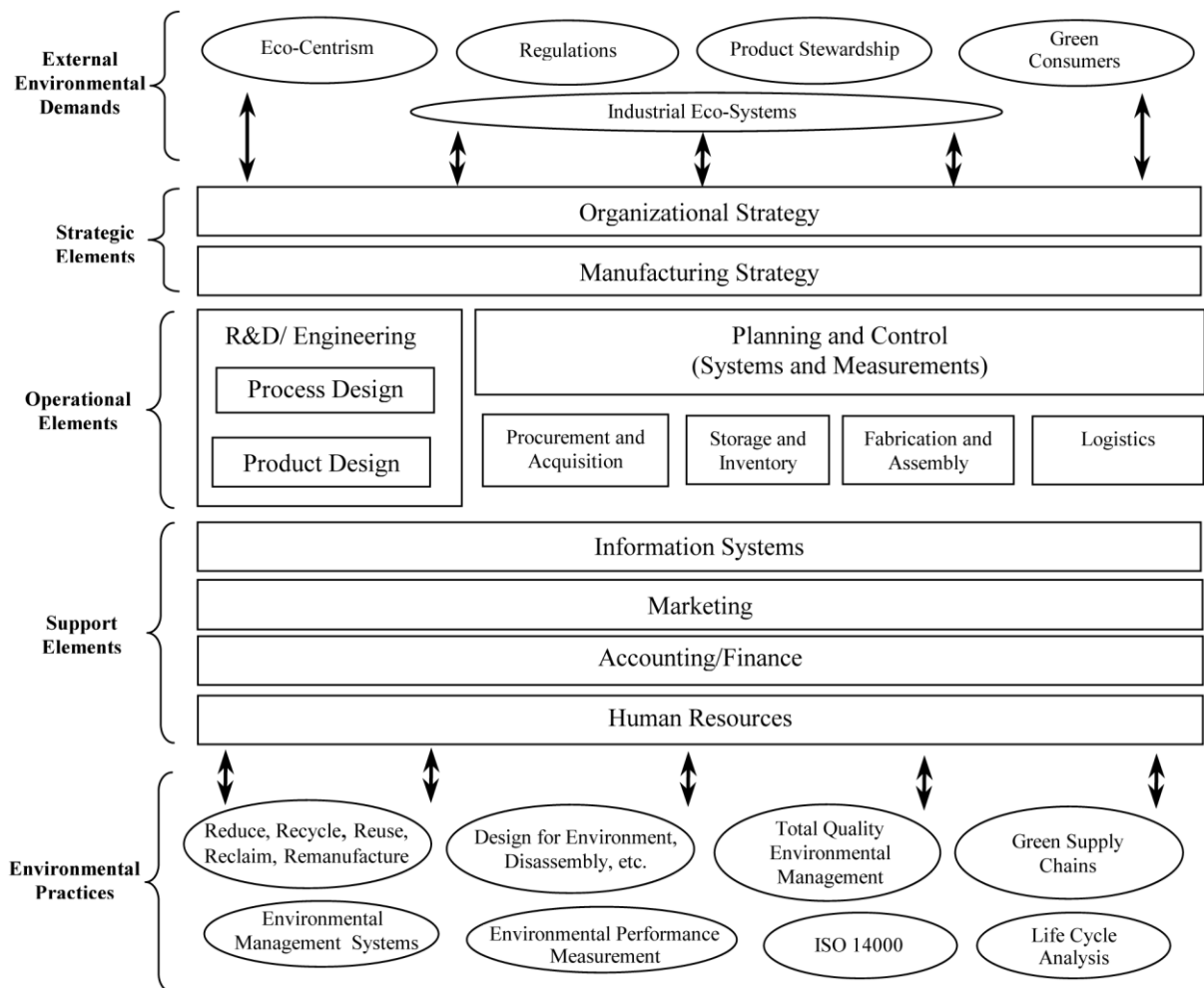
I ovenstående afsnit har vi konkluderet, at for at kunne udnytte klimarestriktionerne skal virksomheder være proaktive i deres klimastrategi og dermed vil det i det følgende, jf. metodens tragt figur, figur 6, undersøges hvor i virksomheden det er mest fordelagtigt at være miljøorienteret samt hvilke teknologivalg, som virksomheden bør implementere hvis de skal kunne udnytte klimarestriktionerne.

Som nævnt i metoden vil vi benytte Sarkis (2001) til, at belyse hvor i virksomheden det er mest fordelagtigt at være miljøbevidst. Figuren giver et overblik over virksomheden og hvilke muligheder der er for at virksomheder kan leve op til restriktionerne og dermed have en proaktiv strategi.

Sarkis' (2001) model, figur 15, ser på de eksterne faktorer, som vi har nævnt i metodeafsnittet, som i vores projekt primært er klimarestriktioner. Derudover ser modellen på de strategiske elementer, hvor vi i de tre bobler, afsnit 5.1.1.2, er nået frem til, at virksomheden skal have en proaktiv strategi, og vi vil nu betragte de operationelle elementer for at finde frem til i hvilke processer, virksomheder har mulighed for at udnytte restriktionerne. Herunder belyser vi hvilke miljømæssige teknologiprincipper en virksomhed kan benytte for at opnå en proaktiv strategi, som er de nederste bobler i figuren. Afslutningsvis gives der en konklusion til hvordan virksomheder bør udnytte klimarestriktionerne.

### 5.2.1 Forklaring af Joseph Sarkis' model

I dette afsnit vil vi tage udgangspunkt i Sarkis' (2001) figur 15 og derudover vil vi benytte Pojasek (2007), både til at supplere Sarkis' teori, så der opnås et større kildegrundlag, men Pojasek (2007) beskriver også et uddybende element, som Sarkis (2001) ikke nævner og som vi derfor finder relevant at belyse. Der vil derfor først gives en beskrivelse af hvordan Sarkis' (2001) elementer har en sammenhængen med Pojaseks (2007) elementer.



Figur 15: Sakis' (2001) model

Ovenstående model viser en virksomhed i store træk, hvor de væsentligste perspektiver i en virksomhed indgår. Dette er de *eksterne miljøkrav*, *strategiske elementer*, *operationelle elementer*, *støtteelementer* og *miljømæssige muligheder* (se figur 15). (Sarkis, 2001) Ligeledes har Pojasek (2007) nævnt nogle faktorer som han mener en organisation skal analysere for at kunne implementere en klimastrategi. Disse faktorer kaldes *driver*, *enablers* og *results*. For at give et overblik over hvordan Sarkis' (2001) og Pojaseks (2007) teorier hænger sammen, har vi sammenlignet dem i nedenstående tabel 2.

| Sarkis (2001)                    | Pojasek (2007) |
|----------------------------------|----------------|
| Eksterne miljøkrav               | Drivers        |
| Strategiske elementer            |                |
| Operationelle elementer          | Enablers       |
| Støtteelementer                  |                |
| Miljømæssige teknologiprincipper |                |
|                                  | Results        |

Tabel 2: Sammenligning af Sarkis og Pojasek

Sarkis (2001) mener, at de udefrakommende påvirkninger (*eksterne miljøkrav*) har direkte indflydelse på hvordan en virksomhed udarbejder ens klimastrategi (*strategiske elementer*). Pojasek (2007) mener ligeledes, at *drivers* (eksterne faktorer) kan have indflydelse på virksomhedens position og derved dens overordnede strategi. Strategien er ifølge Pojasek (2007) en driver til hvordan man vælger *enablers* i virksomheden. De eksterne faktorer er defineret ved at det er ydre påvirkninger som virksomheder ikke selv kan påvirke. Dette kan fx være større efterspørgsel fra kunder efter grønne produkter, eller direkte krav til at produkterne skal være grønne. Et andet eksempel på en ekstern faktor er, at staten sætter flere og flere afgifter på forurening.

Efter at have udarbejdet en strategi ud fra hvilke *drivers* der influerer virksomheden, skal virksomheden kigge på hvilke *enablers* (processer, værktøjer og fremgangsmåder), der understøtter klimastrategien (Pojasek, 2007). Ifølge Sarkis (2001) er der ligeledes elementer, som skal understøtte klimastrategien, hvilke Sarkis inddeler i henholdsvis, *operationelle elementer*, *støtteelementer* og *miljømæssige teknologiprincipper*.

Et element som Sarkis (2001) ikke beskriver, men som Pojasek (2007) mener, er vigtigt hvis man skal have implementeret en klimastrategi, er det resultatorienterede perspektiv, som omhandler, hvordan man kan måle på, hvorvidt de ønskede mål i forhold til klimastrategien opnås.

Som tidligere nævnt i metoden, afsnit 3.4.2.1, har vi valgt at strukturere vores rapport efter Sarkis' model. Derfor vil vi i det næste gå dybere i de *operationelle elementer* for at undersøge i hvilke processer, henholdsvis *R&D/Engineering*, *process design* og *product design*, man kan benytte de forskellige *miljømæssige teknologiprincipper*, jf. figur 15.

Vi afgrænser os fra at berøre støtteelementerne, da vi ikke finder disse relevante i forhold til vores problemformulering. Dette er på baggrund af, at det relevante i dette projekt er at klargøre hvilke teknologivalg, der kan give virksomhederne mulighed for at udnytte restriktionerne og dermed er valg af de miljømæssige teknologiprincipper under de operationelle de essentielle i denne rapport.

## 5.2.2 Undersøgelse af de operationelle elementer

I dette afsnit vil vi undersøge de operationelle elementer (Sarkis, 2001). Under de operationelle elementer har Sarkis (2001) defineret tre perspektiver henholdsvis, *R&D/Engineering*, *product design* og *process design*, se figur 15. Vi vælger at fokusere på process og product design, da R&D/Engineering vil indgå i begge faser. Derudover vælger vi at afgrænse os fra de resterende operationelle elementer.

I dette afsnit vil der først blive givet en beskrivelse af teknologiprincippet Environmental Management Systems, da dette ses som et overordnet ledelsesprincip som danner grundlag for hele organisationen (Sarkis, 2001). Dernæst vil vi opdele product design og process design og undersøge hvilke miljømæssige teknologiprincipper, der hører under hvert perspektiv. Vi vælger igennem rapporten, at bruge de engelske termer for product design og process design.

### 5.2.2.1 Environmental Management Systems

I dette afsnit vil vi kort komme ind på hvad det vil sige at have et Environmental Management System (EMS). Dette system kaldes også Environmental Responsible Management (ERM). Ordene er forskellige, men betydningen er den samme. Definitionen på ERM er:

*"A system which integrates product and process design issues with issues of manufacturing production planning and control in such a manner as to identify, quantify, assess and manage the flow of environmental waste with the goal of reducing and ultimately minimizing its*



*impact on the environment while also trying to maximize resource efficiency*". (Handfield et al. 2001). I lighed med denne definition er EMS:

*"An EMS is that part of the overall management system which includes the organisational structure, responsibilities, practices, procedures, processes and resources for determining and implementing the firm's overall aims and principles of action with respect to the environment."*<sup>9</sup> (Sarkis, 2001)

Når virksomheder skal implementere en klimastrategi, bør der være et ledelsessystem, der tager vare for klimastrategien. Dette kan blandt andet betegnes ERM og EMS (Handfield et al. 2001 + Sarkis, 2001). Under disse ledelsessystemer, kan virksomheder vælge at implementere forskellige teknologiprincipper.

Formålet med EMS/ERM, jf. definitionen ovenfor er, at integrere product design og process design, hvilket stemmer overens med Sarkis' operationelle elementer og derfor vil der i det næstkommende afsnit være fokus på henholdsvis product design og proces design.

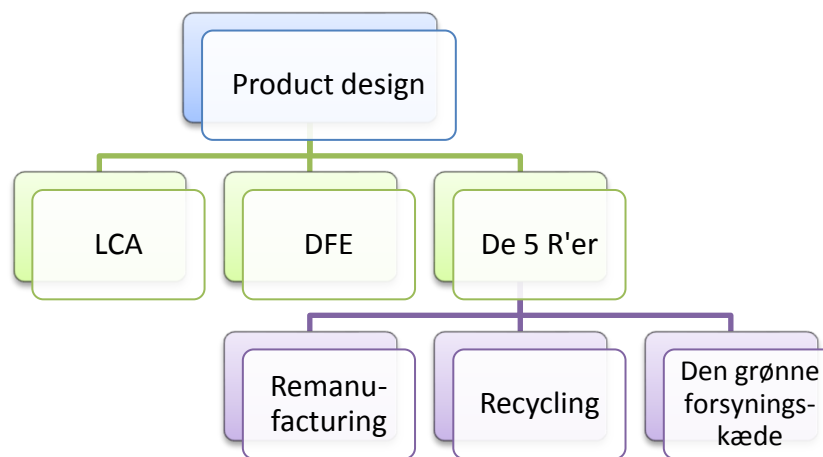
#### **5.2.2.2 "Product design"**

I product design bliver tankerne omkring produktets opstart udtænkt, heriblandt også valg af materiale, man benytter i produktet, samt hvilke overvejelser man gør i designfasen af produktet, som kan medføre til et mere miljøvenligt produkt. Man kan fx analysere materialebrugen og benytte sig af materialesubstitution. (Sarkis, 2001) Fordele ved materialesubstitution er, at undersøge om der er alternative råmaterialer, til samme type af produktion, men som er mere skånsomme for miljøet i nogle af de andre faser i produktets livscyklus. Denne fase kan være meget afgørende i form af, at opnå et miljøvenligt produkt, da materialerne i produktet kan være mere eller mindre miljøskadelige. Og det er derfor relevant i product design, af et produkt, at være innovativ og nytænkende i form af materialesubstitution, så produktet har mindst mulig skadelig virkning i resten af dens levetid. (Sarkis, 2001)

---

<sup>9</sup> [www.scholar.google.dk](http://www.scholar.google.dk)

I det følgende vil vi beskrive hvilke mulige teknologiprincipper der kan bruges under product design se figur 16. De miljømæssige teknologiprincipper vil blive gennemgået ud fra strukturen af figur 16.

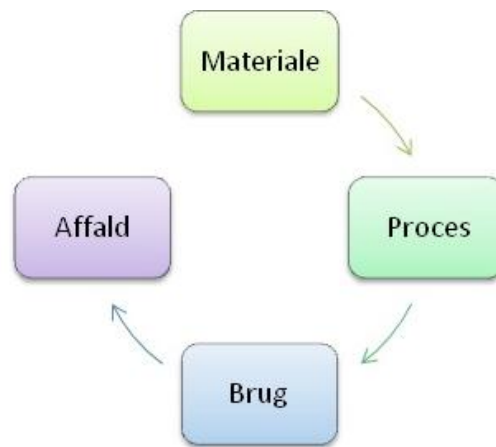


Figur 16: Product design

#### 5.2.2.2.1 Life Cycle Analysis – LCA

Et miljømæssigt teknologiprincip som Sarkis nævner i figur 15, er LCA. LCA har til formål at indikere et produkts miljøbelastning fra ”cradle to grave”.<sup>10</sup> Der er mange forskellige definitioner på hvad LCA er, men fælles for alle definitioner er, at det er et teknologiprincip, der bruges til at opnå bæredygtighed i virksomheden, da fokus er, at se på udledningen af drivhusgasser i hver fase af produktets livscyklus, samt overvejelser omkring hvordan udledningen kan reduceres (Parker et al. 2011). Dangelico et al (2010) mener, at en LCA indeholder fire overordnede faser som er henholdsvis materiale-, proces-, brug- og affaldsfasen. Vi vil tage udgangspunkt i Dangelico et al.s (2010) definition og tilføje andre faser herunder, såfremt de er relevante at medtage for projektet.

<sup>10</sup> [www.lca-center.dk](http://www.lca-center.dk)



Figur 17: Life Cycle Analysis

Som illustreret i ovenstående figur 17, undersøger LCA materialefasen, som er fasen hvori der forekommer overvejelser omkring produktet. Materialefasen fokuserer på valg af råmaterialer, der skal bruges til at producere et produkt. Herunder vurderes der hvilke specifikke materialer, der vil være mest fordelagtige at bruge i produktionen og hvilke substituerende materialer der kan anvendes, som har en mindre miljøpåvirkning.

Dog mener Sarkis (2001), at materialefasen er meget mere end materialeudvælgelse. Han nævner derfor to yderligere faser som han mener hører under materialefasen, hvilke er henholdsvis forskning og design. Det findes relevant at inddrage disse to faser, da de udover materialeudvælgelse har fokus på selve forskningen og udviklingen bag råmaterialerne. Denne fase er især vigtig, da mange beslutninger man foretager i materialefasen har direkte indflydelse på de efterfølgende processer.

Procesfasen er selve fremstillingen af produktet og kaldes derfor også produktionsfasen (Parker et al. 2011). I denne fase måles på, hvor stor en miljøbelastning selve produktionen har, samt hvor stor en mængde drivhusgasser der udledes ved fremstilling af produktet. Udover at måle på hvor meget der bliver udledt, undersøges der også alternative produktionsmetoder til hvordan man kan mindske udledningen. Her forskes der i mere miljøvenlige produktionsapparater og hvordan man kan effektivisere produktionsprocesserne med henblik på at spare ressourcer. LCA vil herefter måle på om ændringerne har haft en positiv effekt på miljøet (Parker et al. 2011)

Den tredje fase i LCA'en er brugsfasen, hvor der fokuseres på hvor stor en miljøbelastning produktet har når det bruges. I denne fase er der som oftest ikke muligheder for optimering med henblik på at være mindre miljøskadelig, dog kan beslutninger i materialefasen afgøre, hvor miljøskadeligt et produkt er i brugsfasen.

Den sidste fase som vil nævnes under LCA er affaldsfasen, hvor det essentielle er hvor meget udledning, der vil være ved at destruere produktet. Ligesom i brugsfasen, er det materialefasen der styrer miljøpåvirkningen i denne fase. Der er dog i visse tilfælde mulighed for i affaldsfasen, at genbruge dele af produktet. Forskning i at adskille og genbruge produkter, eller delkomponenter er blevet mere udbredt og vil derfor medføre større miljøvenlighed, jf. De 5 R'er, afsnit 5.2.2.2.3.

Efter en gennemgang af LCA'ens fire faser, er det klart at materialefasen er en vigtig fase, idet den kontrollerer hvor meget udledning der er i de følgende faser. Dog kan der i de andre faser yderligere forskes i hvordan man kan nedsætte miljøbelastningen.

#### 5.2.2.2.2 Design for Environment (DFE)

DFE er defineret som: *"the systematic process through which products are designed in an environmentally conscious way"* (Albino et al. 2009) Det vil sige at DFE omhandler at man skal designe produkter, med fokus på de miljømæssige konsekvenser eller fordele et produkt har igennem alle dens processer.

Allerede i design fasen skal virksomheder overveje alternative måder, at producere produktet på, eller benytte andre råmaterialer, der forårsager mindre påvirkning på miljøet under produktion eller i dets brug. En stor del af proaktivitet ligger i designfasen, da der skal innoveres forud for de miljøpåvirkninger der sker efter produktet har gennemgået designfasen. (Baumann et al. 2002)

Indtil videre har der været stor fokus på at reducere spild, procesoptimering mm. i produktionen og meget lidt fokus på designfasen. Ifølge Sroufe et al. (2000) fylder miljømæssige overvejelser i designfasen kun ca. 5-10 %. Dog kan 85 % af miljøomkostningerne i produktets levetid reduceres i designfasen. Når produktet har gennemgået designfasen, er det svært at ændre produktets miljøpåvirkning. Ved derfor at inkorporere et miljømæssigt fokus i designfasen kan virksomheder opnå mere omkostningseffektive løsninger i det langsigtede perspektiv. Derfor er DFE et vigtigt

perspektiv når virksomheder skal være proaktive i deres klimastrategi og opnå mindre miljøpåvirkning (Rondinelli et al. 1997). Ved at designe for miljøet kan man opnå flere fordele, reducere affaldsomkostninger, undgå miljøskatter, større udnyttelse af råmaterialer, opnå højere profit, opdage nye forretningsmuligheder og generelt opnå en mere miljøvenlig organisation (Dambach et al. 1995 + Sroufe et al. 2000). DFE er dog ikke et let teknologiprincip at benytte i en virksomhed, da det kræver en ændring i organisationen og i medarbejdernes mindset, især i R&D afdelingen. R&D afdelingen skal i deres udarbejdelse og forskning i nye og innovative produkter, forny deres tankegang til at overveje hvordan man kan ændre produktdesignet, så det bliver mere miljøvenligt i alle faser af produktets livscyklus., jf. afsnit 5.2.2.2.1 (LCA) Ulempen ved at benytte DFE i designfasen (R&D) er, at der kan forekomme begrænsninger i muligheden for at tænke innovativt, da der bliver sat nogle miljømæssige standarder og rammer som produktet skal overholde. (Sroufe et al. 2000)

DFE et vigtigt teknologiprincip for virksomheder, der vil være proaktive i forhold til at tænke på de miljømæssige konsekvenser, som produktet i dets levetid forårsager.

#### 5.2.2.2.3 De 5 R'er

Et teknologiprincip som er vigtigt at benytte under product design er de 5 R'er. Som nævnt ovenfor er det, vigtigt at man i designfasen af et produkt gør overvejelser omkring hvilke materialer man benytter i produktet. Herunder kan der gøres overvejelser om hvorvidt materialer kan genbruges i produktionsfasen. (Sarkis, 2001). De 5 R'er skal ses relation til, at man kan reducere miljøbelastningen ved at genbruge spildmateriale/komponenter fra fx produktionen og derved spare energi og begrænsede ressourcer.

Sarkis (2001) inddeler genbrugsmulighederne i fem kategorier: reduce, recycle, reuse, reclaim og remanufacture, jf. figur 15, under miljømæssige teknologiprincipper. For at få en uddybning af disse genbrugsprocesser vælges det, at benytte to andre teoretikere, Thierry et al. (1995) og Guide et al. (1997) til at supplere samt støtte op omkring Sarkis' (2001) teknologiprincipper. Thierry et al. (1995) kategoriserer de 5 R'er under product recovery management (PRM), som omhandler at genbruge så meget som muligt i produktionen, så man derved både opnår en mere miljøvenlig virksomhed, men også et bedre økonomisk udgangspunkt, da genbrugte materialer/komponenter kan reducere omkostninger, ved køb af

nye materialer, samt spare på energiforbruget og begrænsede ressourcer, ved behandling af råmaterialer. Ved at genbruge kan man reducere spild, som både er en økonomisk samt miljømæssig fordel.

Guide et al. (1997) og Thierry et al. (1995) deler overordnet genbrugsprocesserne i to dele, som er remanufacturing og recycle. Remanufacturing omhandler, at produkter som ikke virker mere bliver genbrugt til nye produkter, enten ved reparation, modernisering eller genfremstilling af produktet. Dog er målet at bevare produktets identitet og funktion, så meget som muligt. Modernisering omhandler at opdatere produktet med fx ny teknologi og genfremstilling af produktet er hvor produktet bliver skilt ad og produceret på ny. (Guide et al. 1997 + Thierry et al. 1995) I recycling bliver produkterne genbrugt, men deres funktion er tabt. Det vil sige, at remanufacturing fokuserer på at genbruge komponenter, mens fokuserer recycling på at genbruge materialer (Thierry, 1995).

På grund af forskellige genfremstillingsmetoder er det vigtigt, at man i product design analyserer om der kan benyttes andre komponenter, som eventuelt er lettere at reparere, lettere at modernisere eller hvor komponenten kan benyttes i andre produkter. Når der bliver valgt materialer er der mange perspektiver som skal tages i betragtning blandt andet med hensyn til, hvilke alternativer til materialer der kan være, hvor miljøskadelige de er ved afskaffelse og om de kan genbruges. Hvis en virksomhed står over for at vælge et billigt materiale som ikke kan genbruges og et andet men dyrere materiale som kan genbruges, burde de analysere om den dyrere løsning kan gå hen at være billigere i længden ved, at det fx er mere holdbart og dermed kan genbruges flere gange i enten samme produkt eller ved recycling. Et teknologiprincip under remanufacturing, er design for disassembly (DFD) Sarkis (2001). På samme måde som man har maskiner som samler produkter, (assembly) kan man også vælge at investere i maskiner som kan splitte produkter ad igen (disassembly). En investering i disassembly maskiner kan vise sig, at være fordelagtig, i det henseende, hvis man har lavet en fejl i produktet. Typisk er det ikke hele produkter som er defekte, men kun nogle få delkomponenter der ikke er velfungerende, som er medvirkende til at hele produktet er defekt. I stedet for at afkaste disse produkter helt, har man da mulighed for at genanvende de velfungerende komponenter og bruge dem til at genfremstille nye produkter. Det vil sige at en genfremstillingsproces består først og fremmest i at skille produkter ad, undersøge og teste mulige genanvendelige komponenter og til sidst genanvende disse i nye produkter (Sarkis

1995). Formår man at genanvende delkomponenter vil det medføre til mindre spild for virksomheden og dermed også en reduktion af råmaterialeforbrug. Dette vil betyde at der er en del omkostninger spare samt det nedsætter den miljømæssige belastning. (Sarkis, 2001)

#### *5.2.2.2.3.1 Den grønne forsyningskæde*

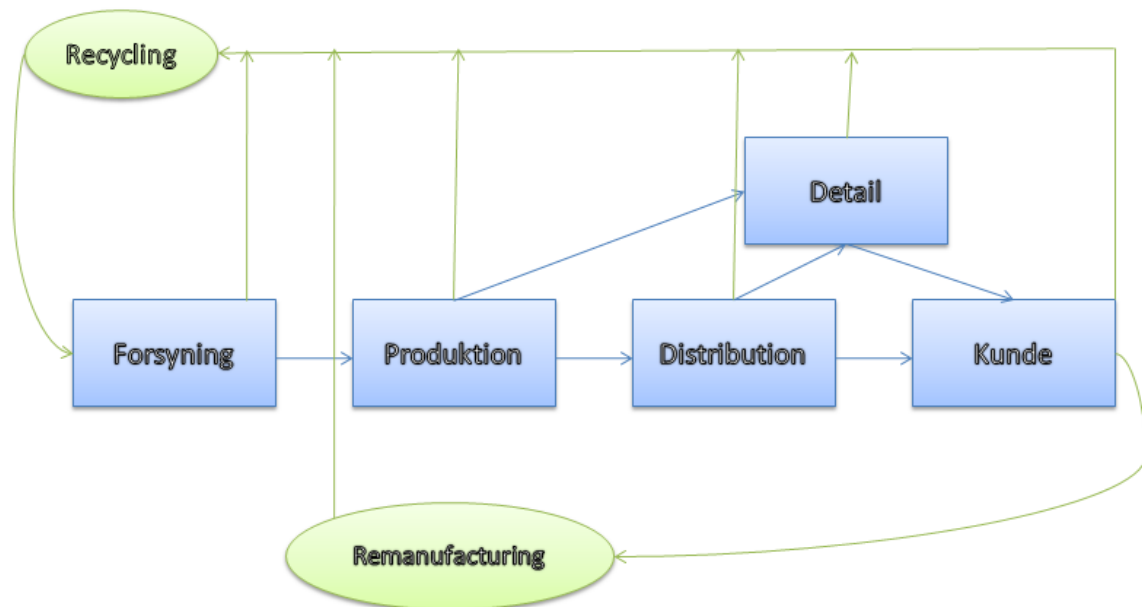
Udover remanufacturing og recycling findes det relevant at nævne den grønne forsyningskæde under de 5 R'er, da denne forklarer hvor i forsyningskæden, remanufacturing og recycling kan benyttes.

Traditionelt set, skal en forsyningskæde beskrive hvordan man får fremstillet et produkt, fra råmaterialer, til produktion og til hvordan produktet ender hos kunden (ved hjælp af distribution og/eller forhandler). I den traditionelle forsyningskæde er der som oftest fokus på at indkøbe de rigtige råmaterialer til en billig pris og distribuere produktet ud til kunden på den mest effektive måde.

Da klima er blevet et vigtigt perspektiv for virksomheder og der er kommet større pres i form af klimarestriktioner, har Beamon (1999) udarbejdet en udvidet og miljøvenlig forsyningskæde, kaldet den grønne forsyningskæde. Denne har til formål at nedsætte den miljømæssige skade, der er ved at producere og distribuere et produkt, men samtidig profitere fra det<sup>11</sup>. For at man kan designe sin grønne forsyningskæde mener Beamon (1999) at man skal følge principperne under International Organization for Standardization (ISO) 14001 (se afsnit 5.2.2.3.3). Den grønne forsyningskæde anvender genbrugsprocesser såsom recycling og remanufacturing og det er disse som skal få virksomheder til at være mindre miljøskadelig. Beamon (1999) har inkorporeret de grønne elementer i forsyningskæden og har illustreret den grønne forsyningskæde således (se figur 18).

---

<sup>11</sup> [www.mhia.org](http://www.mhia.org)



Figur 18: Den grønne forsyningskæde (Beamon, 1999)

Denne figur viser hvordan virksomheder har mulighed for, at være mere miljøvenlige i deres forsyningskæde ved hjælp af recycling og remanufacturing. I alle faser af forsyningskæden skal virksomheden fokusere på genbrug. Når de finder ud af, at der er et defekt produkt, må de analysere om det er muligt at genbruge det og dermed kunne anvende det i et andet produkt. Dette vil ikke kun have en positiv indvirkning på miljøet, men det vil også være økonomisk fordelagtigt for virksomheden, da det medfører at mængden af affald, spild og energi bliver reduceret. (Beamon, 1999) Dette kræver dog at virksomheden har investeret i maskiner der er i stand til at udføre disse opgaver. Efter produktet har nået enden af dets livscyklus har virksomheder muligheden for at remanufacture produktet. Dette gøres ved at genanvende de komponenter i produktet der stadigvæk er brugbare og erstatte de andre som defekte. Det skal dog siges, som skrevet i afsnittet omkring LCA, at man allerede i designfasen skal overveje hvilke materialer og komponenter der kan genbruges og genfremstilles.

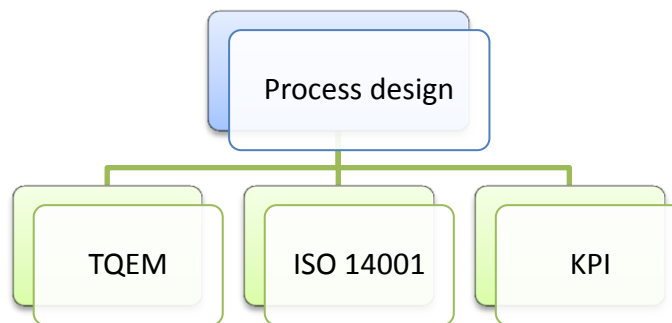
Efter at have klargjort hvilke teknologiprincipper en virksomhed kan benytte i product design, vil der nu fokuseres på process design, som er det andet operationelle element, hvori vi mener, at virksomheder kan gøre en proaktiv indsats for at udnytte klimarestriktionerne.



### 5.2.2.3 "Process design"

I dette afsnit fokuseres der på hvilke teknologiprincipper, der kan anvendes i process design, for at gøre en virksomhed miljøvenlig. Process design vil have fokus på produktionsprocesserne i virksomheden. Dette operationelle element finder vi især vigtigt, da virksomheders største forureningskilde er produktionen. Ydermere vil vi under process design komme ind på hvilke miljømæssige teknologiprincipper, der kan anvendes for at opnå en proaktiv klimastrategi.

Dette afsnit vil struktureres ud fra følgende figur 19.



Figur 19: proces design

I det næstkommende vil der først forklares hvad Total Quality Management (TQM) indebærer, da Total Quality Environmental Management (TQEM) er en miljøorienteret del af TQM. Derefter vil International Organization for Standardization (ISO) blive beskrevet og til sidst Key Performance Indicators (KPI), jf. figur 19. Afslutningsvis vil der være en delkonklusion for hele teoriansnittet.

#### 5.2.2.3.1 TQM – Total Quality Management

I de sidste år har der været meget fokus på procesoptimering og at minimere spild i forskellige processer i virksomheden. Derfor er der mange virksomheder, der har implementeret Total Quality Management (TQM), som går ud på at optimere processerne, så man undgår defekte produkter og dermed spild. (Powell, 1995)

Derfor vil vi først beskrive TQM og derefter undersøge hvad Total Quality Environmental Management (TQEM) indebærer, da dette perspektiv er en miljøorienteret TQM strategi (Harrington, 2008).

TQM har dets oprindelse fra Japan og blev indført første gang i 1949. Formålet med systemet var at det skulle forhøje japanernes produktivitet samt kvaliteten i virksomheden. Det blev dog først udbredt i resten af verden i 1980'erne, da amerikanerne var bange for at japanerne ville sætte sig på verdensøkonomien, da japanernes kvalitetsstandarde var begyndt at overhale den vestlige verden (Powell, 1995). Siden da er kvalitetssikring af produkter løbende blevet en vigtigere faktor. Dette er grundet at kunderne er blevet mere kvalitetsbevidste og efterspørger højere kvalitet. Er en virksomhed i stand til at levere den ønskede kvalitet, kan det være med til at styrke virksomhedens konkurrenceevne. (Sarkis et. al 2004).

I næste afsnit vil der derfor fokuseres på hvordan virksomheder, der allerede har implementeret TQM med fordel kan udnytte dette værktøj hvis de vil blive en miljøorienteret virksomhed.

#### 5.2.2.3.2 TQEM – Total Quality Environmental Management

Overordnet set er TQM baseret på kvalitetssikring, det vil sige minimering af defekte enheder og TQEM fokuserer på hvordan systemet skal være med til at nedsætte en virksomheds belastning på miljøet. Dette er blandt andet igennem effektivisering af virksomhedens processer (det vil sige optimering af energi- og ressourcspild) og genbrug af materialer. (Harrington, 2008 + Bicheno et al. 2009, s. 11).

TQEM tager mange af TQMs værktøjer i brug, men har som sagt fokus på miljøet. Nogle af lighederne er blandt andet, at man (1) prøver på at forbedre det endelige produkt, (2) ændrer på kravene til leverandører medarbejdere (kvalitetskrav eller miljøkrav), (3) laver kulturelle ændringer i virksomheden. Hovedforskellen mellem teknologiprincipperne er, at TQM fokuserer på spild, når det skal tilknyttes til ineffektivitet i processerne, hvor TQEM fokuserer på det konkrete spild, der forekommer som skader miljøet, fx skadelige affaldsstoffer (Curkovic et al. 2008). Derfor vil virksomheder der har indført TQM som kvalitetsværktøj have en lettere indførelsesfase, hvis de skal implementere TQEM.

Global Environment Management Initiative (GEMI, 1993) identificerer vejen til TQEM ved, at man først skal identificere eksterne behov, da kvalitetssikring handler om at kunne tilfredsstille de eksterne faktoreres krav og behov. Derefter skal man fokusere på egne processer og prøve at forny disse. Der skal skabes et innovativt miljø, som skal resultere i at virksomheden hele tiden er up to date med den nyeste, mest miljørigtige teknologi. Ligesom vi kom frem til i de 3 bobler jf. afsnit 5.1.1.2, handler TQEM om at være proaktiv og komme restriktionerne i forkøbet. Formår virksomheden løbende at forny sig selv kan de opleve omkostningsbesparelser på længere sigt i form af ressourcebesparelser. Dette kan fx være besparelse af råmaterialer, besparelse af vand og energi (Curkovic et al. 2008) At producere produkterne på ny er lig med spild, hvilket medfører til øgede omkostninger samt større miljøpåvirkning (GEMI 1993). Det vil sige, at der er to typer af energispild, hvilke er i selve produktionen, hvor der bruges energi og ressourcer på at producere et produkt, der ikke kan sælges og det kræver energi at afbrænde spildproduktet igen.

Det menes derfor at kvalitetskontrol medfører mindre spild, som i sidste ende gavner både økonomien, da der er færre produkter der går til spilde og det gavner miljøet.

Dog skal man, som virksomhed, være opmærksom på at hvis man skal implementere et princip som TQEM kan omkostninger i virksomheden stige, jf. Palmer et al. (1995) afsnit 5.1.1.2.1, da det kræver store omkostninger at implementere et nyt teknologiprincip. En klimastrategi er en langsigtet løsning, som ikke giver profit i starten, men ved proaktivitet vil det kunne have indflydelse på bundlinjen i fremtiden.

I det næstkommende vil der blive beskrevet hvad ISO standarderne betyder og hvorfor de er relevante.

#### 5.2.2.3.3 International Organization for Standardization (ISO)

Et yderligere miljømæssigt teknologiprincip, ifølge Sarkis (2001) som virksomheder kan benytte for at imødekomme restriktionerne, er ISO standarder. ISO rummer internationale standarder, som blandt andet er med til sikre kvalitet, økologi, økonomi, effektivitet mm.<sup>12</sup>

Verden blev i 1992 bevidst omkring, at der er et miljømæssigt problem og derfor blev der sat internationale standarder for bæredygtig udvikling. Før de nuværende ISO 14001 standarder,

---

<sup>12</sup> [www.iso.org](http://www.iso.org)

var der ISO 9001 standarderne, som er et kvalitetsværktøj, der bruges til at opnå kvalitetssikring i virksomheden. Under ISO 9001 kan blandt andet nævnes TQM, som teknologiprincip (se tidligere afsnit 5.2.2.3.1) ISO 14001 stiller krav samt retningslinjer til hvordan man får implementeret kvalitetssikring samt miljø i virksomheden<sup>13</sup>. ISO 14001 er et værktøj for klimaledere så de har en fremgangsmåde til hvordan de kan blive en miljøorienteret virksomhed. Da ISO 14001 er en international standard, kan man som virksomhed opnå pålidelighed ved at have implementeret denne internationale standard. Hvis en virksomhed derfor benytter internationale standarder såsom ISO 14001, indikerer det over for kunder, interessenter, staten mm. hvilke miljømæssige standarder der bliver overholdt.

Ved at implementere ISO standarder i virksomheden kan følgende opnås<sup>14</sup>:

- At lederne har sikkerhed omkring, at processerne i virksomheden er miljøvenlige og lever op til acceptable standarder
- At medarbejderne har en forsikring om, at de arbejder under miljøsikre arbejdsforhold
- At de eksterne faktorer er velvidende om, at det er en miljøorienteret virksomhed, der overholder internationale miljøkrav
- At det er tydeliggjort, at leverandører og andre som virksomheden handler med overholder lovkravene

Der er mange standarder under ISO 14001 og det er ikke nødvendigvis pålagt at virksomheden skal tilegne sig samtlige standarder.

I det næstkommende afsnit vil vi beskrive Key Performance Indicators (KPI), som er et måleværktøj for virksomhederne.

#### 5.2.2.3.4 Key Performance Indicators (KPI)

Som visualiseret i tabel 2 klargjorde vi, at Pojasek (2007) havde et tilføjende perspektiv til Sarkis' model, som førnævnt er et mere resultatorienteret perspektiv. Sarkis (2001) har ikke

---

<sup>13</sup> [www.iso.org](http://www.iso.org)

<sup>14</sup> [www.iso.org](http://www.iso.org)

direkte det resultatorienterede perspektiv med som et hovedelement i hans model (figur 15), men han nævner dog Environmental Performance Measurement, som et muligt teknologiprincip. Grundet dette har vi valgt at beskrive Key Performance Indicators (KPI'er) hvilket måler på resultatet af ens udførelser. Før vi kommer ind på KPI'er finder vi det dog relevant at komme ind på The Balance Score Card (BSC).

Kaplan og Norton introducerede i 1992 BSC som er et styringsværktøj der skal give virksomheden en indikation af, hvordan det går i virksomheden (Kaplan & Norton, 2007). BSC har til formål at identificere ens præstationsevner i forskellige områder i virksomheden. Disse perspektiver er henholdsvis: det økonomiske perspektiv, kundeperspektivet samt innovations- og læringsperspektivet. Dog har Parmenter (2002), yderligere to perspektiver som skal tilføjes BSC, det miljømæssige/samfund (som er aktiviteter, der bidrager til et bedre miljø) samt medarbejdertilfredshed (som skal sørge for at medarbejdere er tilfredse). Efter virksomheden har defineret hvilke områder der skal optimeres, skal der sættes nogle specifikke mål. Dette vil typisk blive betegnet som virksomhedens kerneelementer og det er disse som former virksomhedens strategier og visioner. (Kaplan & Norton, 2007) De faktorer som har mest værdi for virksomheden kalder Parmenter (2007) Key Performance Indicators (KPI'er). Beamon (1999) har identificeret en række miljømæssige performance measurements, hvilke blandt andet er<sup>15</sup>:

- Ressourceforbrug: måler hvor meget materiale og energi man totalt set har brugt.
- Remanufacturing: måler hvor stor en procentdel af et produkts komponenter, som kan genanvendes.
- Spild og udledning: måler hvor meget spild virksomheden har og hvor meget udledningen kan reduceres.
- Økonomi: måler hvor mange besparelser der har været ved at lave forbedringer i designfasen. Ydermere kan man måle på hvordan implementering af en klimastrategi eventuelt har påvirket økonomien.

Efter at have lavet en teoretisk undersøgelse af de operationelle elementer og hvilke underliggende miljømæssige teknologiprincipper man kan benytte for at udnytte

---

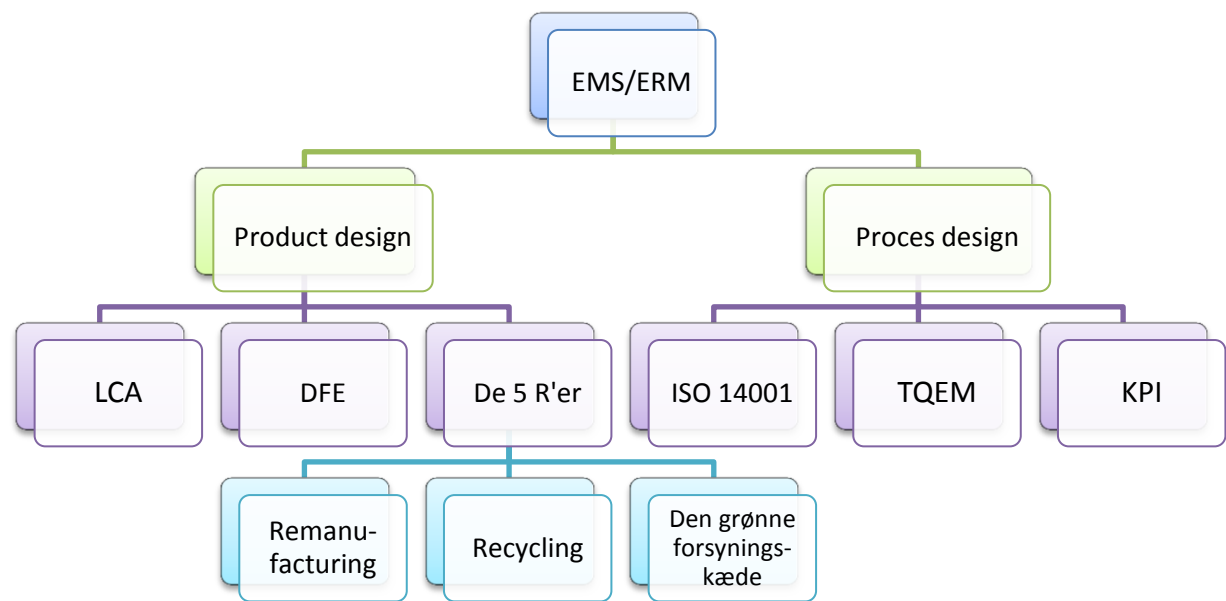
<sup>15</sup> <http://www.businesslink.gov.uk>

klimarestriktionerne, kan vi nu lave en delkonklusion for hele teoriafsnittet, som vil konkludere på de væsentligste elementer.

### 5.3 Delkonklusion

For at virksomheder skal kunne udnytte klimarestriktionerne sat fra statens side, er det vigtigt at virksomheder formår at få integreret det miljømæssige og økonomimæssige perspektiv og dermed få udarbejdet en klimastrategi. Hvis virksomheder skal kunne udnytte klimarestriktionerne skal de benytte sig af en proaktiv klimastrategi, da de på denne måde kan være på forkant med de løbende restriktioner. Hvis virksomheder får implementeret en proaktiv klimastrategi, vil de blandt andet kunne opnå fordele, såsom forbedret image hos interessenter og kunder, færre omkostninger på lang sigt samt mulighed for at skabe en innovativ virksomhedskultur, som medvirker til innovative miljømæssige løsninger. Ydermere blev det konkluderet, at der er tre stadier af proaktivitet, som reflekterer virksomhedens miljømæssige positionering. Virksomheder kan gradvist opnå en højere miljømæssig positionering ved, at investere i andre former for ressourceeffektivitet samt vedvarende energiformer.

For at opnå en proaktiv klimastrategi er det, ved brug af Sarkis' (2001) model og hans miljømæssige teknologiprincipper konkluderet, at ved at fokusere på product design og proces design i virksomhedens operationelle elementer samt underliggende teknologiprincipper bør virksomheder kunne udnytte klimarestriktionerne. De underliggende teknologiprincipper der kan gøres brug af ses i nedenstående figur 20. De miljømæssige teknologiprincipper understøtter hinanden på kryds og tværs og det kan derfor diskuteres, om vores inddeling af teknologiprincipperne er den mest ideelle. Dog har vi valgt at inddele dem ud fra Joseph Sarkis' (2001) operationelle elementer for at skabe struktur og overblik over teknologiprincipperne.



Figur 20: Inddeling af teknologiprincipper

Efter vi er fundet frem til hvordan virksomheder bør udnytte klimarestriktionerne samt hvilke teknologiprincipper, som kan anvendes ved implementering af en klimastrategi, vil vi undersøge hvilke specifikke teknologiprincipper bioteknologi branchen bør anvende for at udnytte klimarestriktionerne.

## 6 Brancheanalyse af hvid bioteknologi branchen

I foregående afsnit er det blevet undersøgt hvordan virksomheder generelt kan udnytte klimarestriktionerne og i dette afsnit vil det undersøges hvordan virksomheder i hvid bioteknologi branchen kan udnytte klimarestriktionerne. Dette afsnit vil være opbygget med samme struktur som teoriafsnittet, det vil sige ud fra Sarkis' (2001) model.

Inden undersøgelsen af hvordan hvid bioteknologi branchen bør udnytte klimarestriktionerne, finder vi det nødvendigt først at få indsigt i hvid bioteknologi branchen og hvad der karakteriserer hvid bioteknologi. Herunder vil vi karakterisere hvid bioteknologiske produkter, deres forsknings- og produktionsprocesser.

Selve undersøgelsen vil som nævnt være struktureret efter samme princip som teoriafsnittet. Derfor vil vi først undersøge i hvilket stadie af proaktivitet hvid bioteknologi branchen er på nuværende tidspunkt. Derefter vil vi undersøge relevansen af de miljømæssige teknologiprincipper, for hvid bioteknologi branchen, under henholdsvis product design og process design. Herefter vil det konkluderes hvilke teknologiprincipper, der er mest væsentlige for hvid bioteknologi branchen, hvis de skal kunne udnytte klimarestriktionerne til en potentiel strategisk fordel.

Primær litteratur i dette afsnit vil baseres på informationer omkring hvid bioteknologiske virksomheder. Herunder interviews med Claus Frier, Sustainability Manager i Novozymes. Sekundær litteratur er vores teoretiske undersøgelse.

### 6.1 Definition af hvid bioteknologi branchen

I dette afsnit vil vi konkretisere hvid bioteknologi branchen, ved først at se overordnet på hvad bioteknologi indebærer og herunder hvad hvid bioteknologi repræsenterer.



Bioteknologibranchen defineres som:

*”Anvendelse af videnskab og teknologi på levende organismer, dele deraf, produkter og modeller deraf, for at ændre levende eller ikke-levende materialer for at fremstille viden, varer og tjenester”<sup>16</sup>.*

Derudover har bioteknologisk forskning stor betydning for fødevareproduktion, miljøbeskyttelse, sundhed, energi, landbrug og industrielle processer<sup>17</sup>. Bioteknologi er et bredt område og er inddelt i fire grene, hvilket er rød bioteknologi, som beskæftiger sig med sundhedssektoren, grøn bioteknologi, som beskæftiger sig med landbrugssektoren, blå bioteknologi, som er inden for marinesektoren og hvid bioteknologi som er inden for den industrielle sektor. (Fødevareministeriet, 2010, s. 11) Bioteknologiske enzymer bruges blandt andet til at<sup>18</sup>:

- nedbringe udslippet af drivhusgasser gennem produktion af bæredygtig bioenergi
- nedsætte vasketemperaturen, så der kan vaskes tøj ved lavere grader. Dermed skånes miljøet
- forbedre kvaliteten af animalske fødevarer og nedbringe jordbrugets forbrug af pesticider. Derved reduceres tabet af næringsstoffer til grundvand, vandløb, søer og havet
- forske i innovative afhjælpningsteknikker når der skal renses råolie samt pesticider fra landbrug og benzinforurening<sup>19</sup>.

---

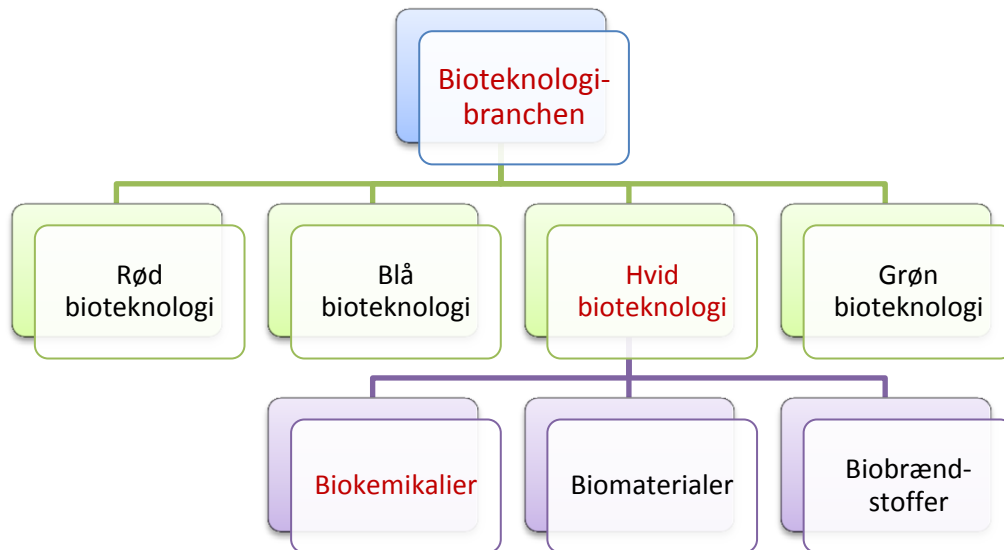
<sup>16</sup> [www.stats.oecd.org](http://www.stats.oecd.org)

<sup>17</sup> [www.dffe.dk](http://www.dffe.dk)

<sup>18</sup> [www.netpublikationer.dk](http://www.netpublikationer.dk)

<sup>19</sup> [www.europabio.org](http://www.europabio.org)

I dette projekt vælger vi at fokusere på hvid bioteknologi og afgrænser os dermed fra virksomheder som opererer i de andre bioteknologiske områder.



**Figur 21: Konkretisering af bioteknologibranchen**

Hvid bioteknologi, som også er kendt som industriel bioteknologi forsker i levende organismers (gær, mug, bakterier og svampe m.fl.) kemiske sammensætning og betragter hvordan de kemiske processer i organismer foregår. Herefter undersøger de om disse processer kan bruges i industrielle processer, der blandt andet kan optimere eller minimere energiforbruget i brugsfasen af et produkt, eller medføre til at reducere affald. (Frazzetto, 2003) Gennem den bioteknologiske produktion af organismerne bliver der udledt og dannet enzymer (EuropaBio, 2003). Hvid bioteknologi inddeles yderligere i tre segmenter: biokemikalier, biomaterialer samt biobrændstoffer (DSM rapport), se figur 21. Da vores primære kilde, Novozymes, fortrinsvis fokuserer på biokemikalier, vil vi afgrænse os til, at have fokus på dette område af hvid bioteknologi. Derfor når der nævnes hvid bioteknologi videre hen i rapporten menes der hvid bioteknologi inden for biokemikalier.

Hvid bioteknologi inden for biokemikalier består primært af enzymprodukter, som bliver anvendt i fx fødevarerfremstilling og vaskeprocesser. Produktionsteknologier af hvid

bioteknologi består primært af gæringsprocesser og indtørningsprocesser (DSM rapport). Blandt de førende virksomheder inden for hvid bioteknologi kan der nævnes DSM<sup>20</sup> (schweisiske firma som arbejder med fødevareenzym), Dupont<sup>21</sup> (amerikansk kemikaliefirma som har opkøbt Danisco og deres underafdelingen Genecor i midt maj 2011<sup>22</sup>) og danske Chr. Hansen og Novozymes.

Fremover vil hvid bioteknologi branchen forkortes HBB.

Efter at have konkretiseret branchen, vil vi beskrive hvad der kendetegner denne branches produktionsprocesser.

### 6.1.1 Produktion i bioteknologibranchen

I dette afsnit vil vi give et overblik over HBBs processer, fra forskningsproces til selve fremstillingen af produkterne. Dette skal give et større indblik i hvordan virksomheder i HBB opererer samt hvordan udarbejdelsen af et færdigt produkt bliver til. Derved kan vi efterfølgende undersøge hvilke miljømæssige teknologiprincipper HBB bør anvende for at udnytte klimarestriktionerne.

#### 6.1.1.1 Fra forskning til færdigt produkt

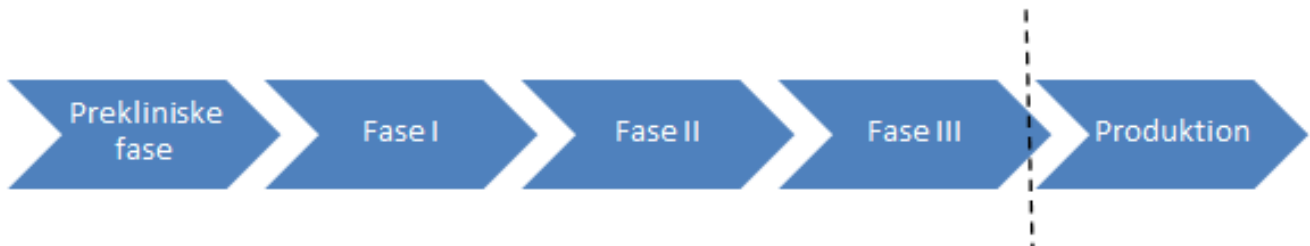
Måden hvorpå HBBs produkter er udarbejdet på er, at der først lægges enorme kræfter i forskning og udvikling af produktet. Det vil sige, at det kræver undersøgelser og forskning i, hvilke mikroorganismer der producerer enzymer, som kan være nyttige for menneskets og naturens velfærd. I denne fase tester man forskellige mikroorganismer for eventuelle brugbare enzymer. Dog er det ikke alle tests, der viser et brugbart resultat og der vil derfor være fejlprodukter, som ikke kan bruges. (De Nordiske Bioklynger, 2004) Dette kaldes den pre-kliniske fase, se figur 22.

---

<sup>20</sup> [www.dsm.com](http://www.dsm.com)

<sup>21</sup> [www.businessweek.com](http://www.businessweek.com)

<sup>22</sup> [www.politiken.dk](http://www.politiken.dk)



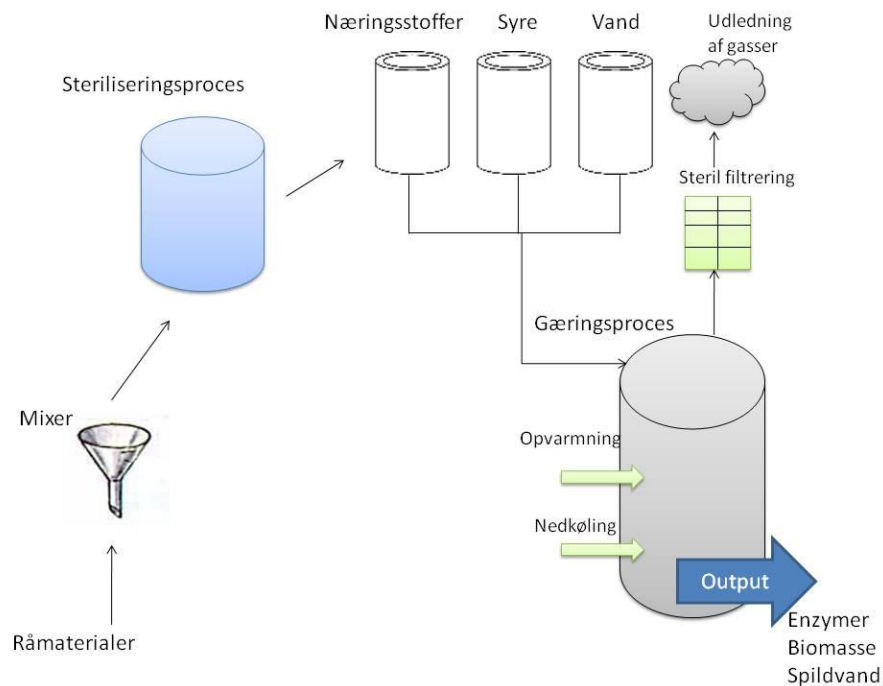
Figur 22: Forskningsfaser (De Nordiske Bioklynger, 2004)

Den pre-kliniske fase bliver også kaldt forskningsfasen, da det er i denne fase, at selve forskningen af mikroorganismer forekommer. Ydermere bliver det undersøgt om der kan udledes et enzym ud fra mikroorganismen eller der skal tages fat i et andet forskningsprojekt. Hvis produktet godkendes skal det videre til næste fase.

De tre andre faser, (fase I, fase II og fase III) er testfaserne, hvilke stadig er en del af forskningsfasen. Hvis produktet kommer forbi den pre-kliniske fase, skal produktet testes på forsøgspersoner eller dyr og derfor skal der produceres flere af hvert produkt. Under fase I skal forsøgene testes på 20-100 produkter. I fase II skal det testes på 100-200 produkter og i fase III skal det testes på >1000. Når produktet har gennemgået de fire testfaser, som er ressourcekrævende og omkostningstungt, kan det færdigtestede enzym produceres til kunderne. (De Nordiske Bioklynger, 2004)

Produktionen af et enzym i hvid bioteknologiske virksomheder er illustreret ved en simplificeret udgave af produktionen, se figur 23. (i bilag 7 ses en uddybende udgave af produktionsprocesser i HBB) Først i produktionen forarbejdes den rette mængde råmaterialer (sukker, soya og stivelse) i en ”mixer” og derefter bliver denne masse steriliseret i en renselsesproces. Denne blanding bliver videreført til en stor container (the fermentation medium), hvori der ydermere bliver tilført syre, vand samt ét reagensglas med mikroorganismerne. Samtidig med bliver der løbende tilført høje temperaturer, så vandet derved kan fordampe og mikroorganismerne får de optimale forhold for formering. Når råmaterialerne til produktionen er tilført, påbegyndes gæringsprocessen, hvor store rørearme kontinuerligt blander massen. I løbet af denne proces vil mikroorganismerne nedbryde næringsstofferne og enzymerne vil blive dannet. Outputtet af processen er enzymer i fast og

flydende form, hvilke blandt andet bruges til vaskepulver (fast form) og til optimering af farven i tekstiler eller i fødevarer (flydende form) (bilag 4).



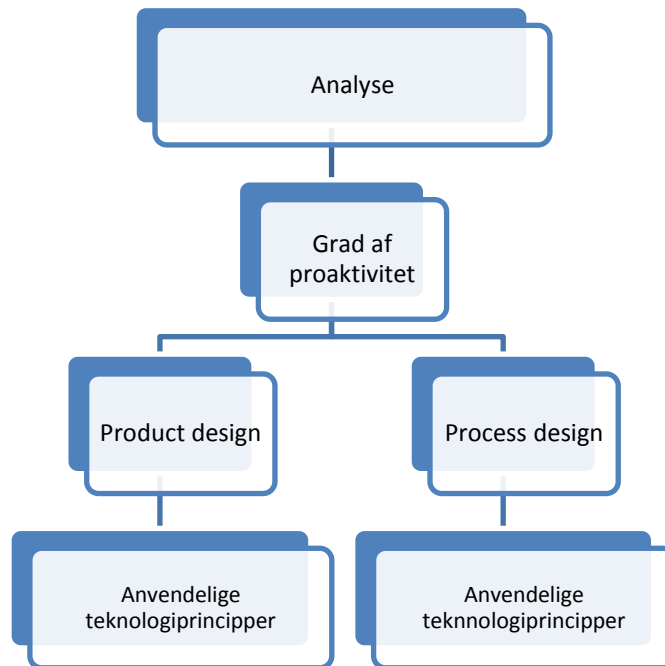
**Figur 23: Produktionsproces af et enzym**

Ydermere er der restmaterialer i form af overskydende vand, som indeholder restkemikalier og derudover vil der være en mængde  $\text{CO}_2$  udledning fra produktionen. Det overskydende vand, hvoraf en del er biomasse, kan genbruges som gødning til landbrug, efter det har været igennem en behandlingsproces. (Enzymes at work, bilag 7)

Produktionsbeskrivelsen af enzymer vil bruges, i de kommende afsnit, til at kunne klargøre hvor i processerne, hvad bioteknologiske virksomheder kan optimere deres processer og dermed være mere miljøbevidste.

## 6.2 Undersøgelse af hvordan virksomheder i hvid bioteknologi branchen bør udnytte klimarestriktionerne

I dette afsnit vil vi undersøge hvordan virksomheder i HBB bør udnytte klimarestriktionerne. Undersøgelsen af branchen vil være udformet ud fra opsætningen af vores teoriafsnit, hvilket er illustreret ved nedenstående figur 24.



Figur 24: Opbygning af analyse afsnittet

Som det ses i figur 24, vil vi først undersøge i hvilken grad hvid bioteknologiske virksomheder skal være proaktive. Dette er grundet, at vi i teoriafsnittet, afsnit 5.1.1.2, fandt frem til, at der er tre proaktive stadier. Vi vil undersøge i hvilket stadie HBB er på nuværende tidspunkt og hvad de kan gøre for at nå et højere stadie af proaktivitet, for derved at reducere miljøbelastningen. Dernæst vil vi undersøge, ved brug af de operationelle elementer, product design og process design, hvilke anvendelige teknologiprincipper der kan anvendes i hvid bioteknologiske virksomheder. Dette vil vi gøre ved først at se på product design og dernæst på process design. Formålet med dette afsnit er dog at finde frem til hvilke teknologiprincipper hvid bioteknologiske virksomheder bør benytte hvis de skal udnytte klimarestriktionerne.

For at nå frem til hvad HBB bør gøre for at udnytte klimarestriktionerne, vil Novozymes benyttes som case og yderligere vil vi indhente informationer fra andre virksomheder i HBB. Primær litteratur vil være information fra HBB og sekundær litteratur vil være teori fra teoriafsnittet.

### 6.2.1 Undersøgelse af proaktivitet i hvid bioteknologi branchen

I dette afsnit vil vi undersøge hvordan HBB skal agere i forhold til klimarestriktionerne, det vil sige hvilken proaktiv strategi, som vil være mest fordelagtig for virksomheder i denne branche.

Ydermere vil vi placere HBB i nedenstående tabel og ud fra dette vurdere hvad virksomheder i HBB skal gøre for at nå et højere stadie af proaktivitet.

| Sharma    | Reaktiv strategi | Proaktiv strategi |                 |          |
|-----------|------------------|-------------------|-----------------|----------|
| Hart      | Kontrollerende   | Forebyggende      |                 |          |
| Dangelico | -                | Less negative     | Null            | Positive |
| Sarkis    | Lineær materiale | Quasi cyklisk     | Komplet cyklisk | -        |
|           |                  | Stadie 1          | Stadie 2        | Stadie 3 |

Tabel 3: Hvid bioteknologi branchens klimastrategi

Som udgangspunkt er det mest fordelagtigt for alle virksomheder at være proaktive, jf. teoriafsnittet 5.1.1.2, som det ses i tabel 3 ovenfor, har vi ud fra fire forskeres synspunkter, inddelt proaktivitet i tre stadier. Vi mener, at HBB på nuværende tidspunkt bør være proaktive i deres klimastrategi, da de ved at tænke langsigtet og innovere i miljøforbedringer i deres produkter og produktion, kan stå stærkere i forhold til at klimarestriktionerne løbende bliver indskærpet.

Jævnfør teoriafsnit 5.1.1.2, er ”less negative/quasi cyklisk” proaktiv i den forstand, at der i virksomheden bliver genbrugt en del af de materialer som bliver benyttet i produktionen. Det

vil sige, at de spildprodukter der er i en produktion, vil så vidt muligt blive genanvendt. I HBB bliver en del af spildet fra produktionen genanvendt, jf. produktionsafsnittet 6.1.1.1 og i Novozymes bruger man løbende ressourcer på, at forske i hvordan man kan udnytte disse spildmaterialer mere effektivt (bilag 4). Ved at opsamle vandet og genbruge dette videre i produktionen, menes det at HBB indgår i quasi cyklisk materiale flow. Derudover kan en del af den biomasse, der bliver frasortet efter at et enzym er produceret, genbruges som gødning til landbrug. HBBs virksomheder bruger en del mængde vand og energi i deres produktion og det er endnu ikke muligt, at genbruge alt vand og spildmaterialer fra produktionen. Derfor er det ikke muligt for hvid bioteknologiske virksomheder, at være komplet cykliske/null, da det kræver at alt input som bliver anvendt i starten af produktionen, kan genbruges, hvilket ikke er tilfældet ifølge Claus. (se bilag 4 og bilag 7 Uddybende produktionsillustration). Derudover, hvis man vil være komplet cyklisk/null skal man som udgangspunkt spare på begrænsede ressourcer i produktionen og fx benytte alternative energiresourcer. Det vil sige at energien ikke skal være fra el-kraftværker eller stamme fra andre fossile brændsler. Dette vil medføre, at hvid bioteknologiske virksomheder, der vil være yderligere proaktive (stadie 2) både skal anvende energi fra fornybare ressourcer og genbruge alt spild fra produktionsprocesserne. Novozymes bevæger sig dog i denne retning, hvilket viste sig, da de den 16. maj 2011 kunne fejre, at deres produktion er 100 % baseret på vedvarende energi, vindmølleenergi, se bilag 5, hvilket er et kæmpe skridt for at blive en komplet cyklisk virksomhed. Dog, udleder produktionsanlægget stadig CO<sub>2</sub> og der forekommer spild fra deres anlæg, i form af spildvand, og derfor kan de ikke kaldes for komplet cykliske i deres proaktive strategi. Hvis og såfremt, at hvid bioteknologiske virksomheder investerede i rensningsanlæg, som kunne sterilisere spildvandet, ville det være en mulighed, at genbruge al spild fra produktionsprocesserne og opnå at blive komplet cyklisk/null i deres klimastrategi. Ydermere mener Claus Frier, bilag 4 at Novozymes er proaktive i deres klimastrategi, da de igennem mange år har og er ledende inden for enzymproduktion, som medvirker til at deres kunders produkter er mere miljøvenlige og besparer slutbrugerne for mange miljøskadelige udledninger. Dette er blandt andet ved at man ved brug af enzymer kan vaske ved lavere temperaturer samt vaske i en kortere periode end hvad man gjorde for 30 år siden (bilag 2). Proaktivitet for Novozymes betyder, at de er proaktive i forhold til at forske i og producere produkter, der gavner miljøet i brugsfasen og nedsætter det globale forbrug af begrænsede ressourcer, i form af blandt andet reduktion af vand og energi.



Som nævnt tidligere, mener vi ikke, at HBB er komplet cyklisk/null, da der i deres produktionsprocesser, forekommer spild, der ikke genbruges. Dog kan det diskuteres om HBB har en *positive* proaktiv strategi, hvilket er defineret ved at man nedsætter den globale miljøbelastning (jf. afsnit 5.1.1.2), og da HBBs produkter allerede nu medvirker til en global reducere af begrænsede ressourcer, kan de til dels betegnes som *positive*. HBBs produktionen er dog endnu ikke komplet cyklisk/null, da de ikke genbruger alt spild og vi mener derfor ikke, at de er i stadie 3, da de endnu ikke lever op til kravene i stadie 2. Det er dog ikke usandsynligt, at HBB i fremtiden kan defineres som en *positive* branche, da deres produkter muliggør, at de kan leve op til kravene for en *positive* klimastrategi.

I dette afsnit er det nu blevet konkretiseret hvilken proaktiv strategi HBB på nuværende tidspunkt har og hvad de skal gøre for at opnå en højere grad af proaktivitet. I det næste vil vi derfor se på hvordan virksomheder i HBB konkret kan udnytte klimarestriktionerne.

## **6.2.2 Undersøgelse af hvilke miljømæssige teknologiprincipper hvid bioteknologi branchen skal fokusere på, i forhold til at være proaktive**

I det følgende vil der undersøges om product design eller process design, samt de tilhørende teknologiprincipper, har størst relevans for hvid bioteknologiske virksomheder, hvis de skal udnytte klimarestriktioner og være proaktive i forhold til disse restriktioner.

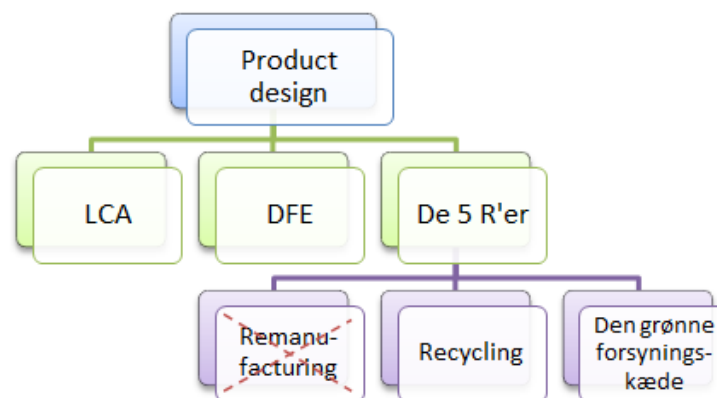
Først vil vi tage udgangspunkt i product design og vurdere relevansen af de underlæggende teknologiprincipper og dernæst vil vi fokusere på process design og de teknologiprincipper, som hører under denne.

### **6.2.2.1 Product design**

Som nævnt i teori afsnittet 5.2.2.2, findes denne fase vigtig, da mange af beslutningerne man foretager i product design fasen, påvirker de miljømæssige skadesvirkninger gennem hele produktets levetid. Innovation og nytænkning omkring materialesubstitution og alternative fremgangsmåder skal være med i overvejelserne allerede i designet og udviklingen af produktet. Derfor findes det nu interessant at undersøge hvor vigtigt product design er for hvid bioteknologiske virksomheder, og undersøge hvilke miljømæssige teknologiprincipper, der er relevante at benytte for HBB. Vi vil inkorporere vigtigheden af product design for

Novozymes og eventuelt andre hvid bioteknologiske virksomheder, som bidrager med deres syn på vigtigheden af product design og dens teknologiprincipper.

For at give et overblik over kommende afsnit og de teknologiprincipper som findes anvendelige og fordelagtige i hvid bioteknologiske virksomheder har vi brugt figur 25. I det følgende vil vi undersøge hvilke teknologiprincipper, der er anvendelige i HBB for at opnå en komplet cyklisk/null strategi. Dette vil gøres ud fra information omkring produktets egenskaber, hvordan produktionsprocesserne foregår, information omkring hvid bioteknologiske virksomheder og interviews med Novozymes.



Figur 25: Teknologiprincipper i materialefasen

Jævnfør figur 25 vil der derfor først fokuseres på LCA samt DFE og dernæst de 5 R'er. Vi har valgt at sammensætte LCA og DFE, da disse to teknologiprincipper understøtter hinanden og har samme syn på hvordan man kan være miljøbevidst.

#### 6.2.2.1.1 Life Cycle Analysis og Design for Environment

DFE handler overordnet om, at man skal designe produkter og processer, så miljømæssigt som muligt. Det vil sige allerede i forskningsfasen af produkter skal forskerne have indblik i hele produktets indflydelse på miljøet og på hvordan man kan optimere produktet og dets processer. LCA handler overordnet om, at man i hver fase af produktets livcyklus undersøger miljøpåvirkningen og hvorvidt man kan minimere miljøpåvirkningen i hver enkelt fase af LCA. (Jævnfør afsnit 5.2.2.2.1, LCA og 5.2.2.2.2, DFE)

HBB sætter stor fokus på at nedsætte deres carbon footprint, som er den mængde CO<sub>2</sub> de udleder igennem produktets livcyklus. For at minimere virksomhedens carbon footprint, se figur 26, skal man vurdere hele LCA og forske og designe i alle LCA'ens faser for at nedbringe den totale miljøbelastning gennem produktets livcyklus. (bilag 2) Tallene i figuren er baseret på Novozymes og vil blive forklaret senere i afsnittet, vha. tabel 4.



Figur 26: Carbon footprint

Ifølge Novozymes (bilag 3) kan man udregne virksomhedens carbon footprint, ved at vurdere leverandørernes udledning, egenproduktion samt miljøpåvirknings i brugsfasen (figur 26). Novozymes' samlede carbon footprint er negativt, men for at reducere dette yderligere kan man løbende benytte LCA for at synliggøre hvor man kan designe og forske i fx materialesubstitution for at optimere carbon footprint yderligere. (bilag 4)

Dette afsnit vil vi inddele i henholdsvis materiale-, proces-, brugs- og affaldsfasen og vurdere hvilke ændringer man kan foretage i hver fase, for at minimere miljøpåvirkningen. (bilag 4).

## Materialefasen

På baggrund af det ovennævnte carbon footprint er det vigtigt, at hvid bioteknologiske virksomheder har fokus på råvaresubstitution og benytter råvarer, så virksomheden opnår størst effektivisering med den mindste mængde ressourcer i blandt andet produktionen. Leverandørudvælgelse kan derfor være en vigtig parameter, da det er væsentligt at udvælge leverandører med de samme visioner inden for klimastrategi, som ens egen virksomhed. Dette er på grund af, at en central karakteristik af hvid bioteknologi er, at udvælge og forske i

hvordan man bedst muligt kan skåne miljøet i alle faser af produktets livscyklus og dermed løbende optimere carbon footprint (Chr. Hansen, Global Environmental Report, 2008). Derfor er det vigtigt at leverandørerne udvikler og forsker i alternative råmaterialer til produktionen i HBB, som kan medføre at miljøregnskabet i hele forsyningskæden bliver lavere. Novozymes lægger stor vægt på, at deres totale miljøregnskab forbedres og derfor er det vigtigt for Novozymes, at leverandørerne overholder nogle konkrete standarder. Dermed kan Novozymes overholde deres egne mål for negativ miljøpåvirkning (bilag 4). Leverandørerne skal forske i deres speciale og Novozymes samt andre hvid bioteknologiske virksomheder skal fokusere på deres speciale. På denne måde bør det bedste miljøregnskab og de mest optimale resultater blive opnået. Dog påpeger Claus Frier (bilag 4), at de nuværende råmaterialer (sukker, stivelse, soyabønner) i produktionen er svære at ændre på, da de indtil videre har vist sig at være de mest optimale og næringsholdige råvarer for mikroorganismerne at trives.

### **Procesfasen**

Under DFE er det dog ikke kun forskning og optimering af råmaterialer eller komme med alternative råmaterialer. DFE omhandler også at designe produktionsprocesserne, så disse bliver så effektive som muligt og dermed har en minimal miljøbelastning. Novozymes bruger store forskningsressourcer på at optimere deres produktionsprocesser. Dette er blandt andet i, at innovere og optimere de mikroorganismer der bruges til at udvinde enzymerne. Ved at optimere i disse kan man udvinde dobbelt eller flere gange så mange enzymer ved brug af den samme produktionsproces. Dermed kan man ved samme mængde vand, energi og råmaterialer optimere udbyttet af enzymer, ved at forske og optimere i selve mikroorganismen. (bilag 4). Yderligere detaljer gives i process design.

### **Brugsfasen**

Når hvid bioteknologiske virksomheder skal designe produkter, er det ofte i tæt samarbejde med deres kunder. Det vil sige ved gensidigt samarbejde, analyserer de hvad kunderne har brug for, for at være mere miljøorienterede og producerer enzymer der ud fra. Dette er blandt andet på grund af, at det muliggør lavere vasketemperaturer, som dermed nedsætter både

energien og vandforbruget ved vask. Ifølge Claus Frier, bilag 2 samt Novozymes' hjemmeside er det essentielt at se på hele produktets livscyklus for at kunne afgøre den forskel og det carbon footprint (den besparelse eller udledning, som et produkt leverer gennem LCA), som produktet har på miljøet. I det følgende vil vi give et eksempel på Novozymes' carbon footprint, jf. figur 26.

### **Novozymes' carbon footprint**

Igennem Claus Frier har det været muligt at få oplyst nogle nøgletal omkring Novozymes' carbon footprint (bilag 3). Når Novozymes skal beregne deres carbon footprint vil der blive kigget på henholdsvis leverandørerne, Novozymes selv og kunderne. Fra leverandørernes og Novozymes' side vil der blive brugt en stor mængde energi på at erhverve råmaterialerne samt fremstille enzymerne. Dette medfører at der vil blive udledt en stor mængde CO<sub>2</sub> som medfører en miljømæssig belastning. Dog, er Novozymes' produkter værdiskabende i brugsfasen, da de enzymer, der bliver benyttet i fx vaskepulver og tekstiler medfører, at man kan vaske ved lavere grader, hvortil tøjet stadigvæk bliver rent og tøjet holder farven i længere tid. Dette medfører nedsat energi- og ressourceforbrug, som dermed skaber et negativt energiregnskab for hele produktets livscyklus, hvilket Novozymes fokuserer meget på (bilag 4). Carbon footprint regnskabet for Novozymes er illustreret ved nedenstående tabel 4. Udledningen af CO<sub>2</sub> har ifølge Claus Frier en direkte sammenhæng med forbrug af energi. Overordnet set mener han at leverandørerne har et estimeret forbrug af CO<sub>2</sub> på 706.000t. Dette tal har Novozymes dog ikke direkte indflydelse på, da det er leverandørernes udledning. De har mulighed for at påvirke udledningen, ved at stille nogle specifikke krav til deres leverandører omkring hvor miljøvenlige de skal være, jf. materialefasen. Et krav kunne fx være at de skal have certificeret ISO 14001 eller at der er et loft for hvor meget CO<sub>2</sub> der må udledes.

| Leverandører                                                   |                      |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|
| Energileverandører                                             | 387.000t             |
| Råvareleverandører                                             | 290.000t             |
| Transportleverandører                                          | 29.000t              |
| <b>Total</b>                                                   | <b>706.000t</b>      |
| Novozymes                                                      |                      |
| Egne energianlæg                                               | 44.000t              |
| Forretningsrejser                                              | 8.000t               |
| <b>Total</b>                                                   | <b>52.000t</b>       |
| Summen af miljøbelastning                                      | 758.000t             |
| Besparet CO <sub>2</sub> ved anvendelse af Novozymes produkter | ÷ 27.000.000t        |
| <b>Samlet regnskab</b>                                         | <b>÷ 26.242.000t</b> |

Tabel 4: Novozymes' carbon footprint 2010

Novozymes' egen produktion udgør 52.000 ton CO<sub>2</sub> og det er specielt i dette område, at Novozymes gerne vil og kan reducere deres miljøbelastning. Dette opnås ved procesoptimering samt ressourceeffektivitet jf. procesfasen. Denne miljøbelastning udlignes dog i brugsfasen, hvor produkterne medvirker til at reducere CO<sub>2</sub> udslippet med 27.000.000 ton. Det vil sige at det totale regnskab for Novozymes' carbon footprint er ÷26.242.000 ton CO<sub>2</sub>, hvilket betyder at Novozymes' produkter i 2010, medførte til en nedsættelse af det globale CO<sub>2</sub> udslip på 26.242.000 ton. Derfor har Novozymes' og HBBs indsats en enorm betydning for fremtidens nedsættelse af CO<sub>2</sub>.

Vi vælger at afgrænse os fra affaldsfasen, da fokus på at være proaktiv primært er i materiale- og procesfasen. Dog finder vi brugsfasen særlig relevant at inddrage i forhold til HBB fordi HBBs produkter udgør en stor reduktion for den samlede miljøbelastning.

Selvom Novozymes mener at fokus i brugsfasen er vigtig, menes det dog stadig at fokus bør være i materialefasen og forskning af selve enzymet. Dette er på baggrund af at det er i forskningsfasen, at man forsker i mikroorganismerne og det er dette som afgør hvor stor en betydning enzymet vil have i brugsfasen. HBB er dog speciel, i og med at det er en branche

som ender med at have et carbon footprint som samlet set giver en nedsat CO<sub>2</sub> værdi og derfor bør brugsfasen nævnes.

DFE er et vigtig teknologiprincip for hvid bioteknologiske virksomheder, da de kan forske i mere optimale løsninger, både i at nedsætte energi- og vandforbruget i brugsfasen, men yderligere at forske i mere optimale mikroorganismer. Dette kan resultere i at mikroorganismerne optager næringsstofferne hurtigere i produktionen og formerer sig hurtigere ved samme mængde energi, vand og råmaterialer. For at designe for miljøet er det dog fordelagtigt, at benytte LCA, for at vurdere i hvilke faser der kan optimeres for at have en nedsat miljøbelastning. Novozymes benytter ikke selv DFE som teknologiprincip, men benytter LCA. Vi mener som nævnt tidligere, at disse to teknologiprincipper understøtter hinanden, da de begge vurderer, at forskningsfasen er essentiel for at man i de andre faser opnår større miljøorienteret effektivitet.

Ydermere har Danisco i deres sustainability report (2009/10, s. 12-13) benyttet LCA for at identificere deres miljøpåvirkning gennem hele deres forsyningskæde. Dette teknologiprincip bruges i mange af deres overvejelser for at afgøre hvor de kan effektivisere deres miljøpåvirkning. Ud fra dette mener vi, at LCA og overordnet DFE er et utrolig vigtigt teknologiprincip for HBB at benytte for at kunne analysere i hvilke faser af virksomheden det er mest miljømæssigt fordelagtigt at kunne udnytte klimarestriktioner.

Jævnfør afsnit 5.1.4 med boblerne, mener vi, at de to væsentligste parametre at få integreret er miljø og økonomi. Ved at effektivisere processerne med et miljøbevidst fokus, vil det i sidste ende give udtryk for en besparelse i økonomi. Dette er set i form af mindre brug af råmaterialer i produktionen (sukker, soya mm.) og derudover mindre brug af vand og energi, som er en begrænset ressource. Hvis virksomheder i HBB formår, at forske i product design fasen og innovere i nye optimeringsprocesser vil man kunne udnytte klimarestriktionerne, både økonomisk, men også med en konkurrencemæssig fordel.

I det næste afsnit vil der blive undersøgt hvilke yderligere teknologiprincipper under product design, jf. figur 25, som virksomheder i HBB med fordel kan benytte. Her vil vi overordnet se på de 5 R'er og hvilke teknologiprincipper herunder som er relevante.

#### 6.2.2.1.2 De 5 R'er

Jævnfør teoriafsnittet 5.2.2.2.3, indeholder de 5 R'er både genbrugsprocesser, herunder remanufacturing og recycling samt den grønne forsyningskæde. Vi har valgt at inkorporere disse tre teknologiprincipper under ét afsnit i analysen, da den grønne forsyningskæde både indeholder remanufacturing samt recycling (se figur 18).

##### *6.2.2.1.2.1 Genbrugsprocesser og den grønne forsyningskæde*

Genbrugsprocesserne er delt i to kategorier, som er henholdsvis remanufacturing og recycling. Remanufacturing som blandt andet er DFD er svær at benytte som teknologiprincip for HBB, da produktet ikke er et fast produkt, som kan skilles ad og dermed er det ikke muligt at genbruge komponenter og genanvende fejlproducerede enzymer. Hvis og såfremt at denne proces var mulig, kunne det betyde at der ville bruges mindre energi, vand og færre arbejdsressourcer end den mængde som det kræver at udvinde enzymet fra mikroorganismen på ny. Dermed havde hvid bioteknologiske virksomheder muligheden for at få gavn både økonomisk og miljømæssigt ved at tænke på alternative metoder til at nedsætte deres energiforbrug. Ifølge Claus Frier fra Novozymes (se bilag 3) er dette dog hverken en brugbar løsning på nuværende tidspunkt eller fremtidig mulighed for at kunne nedsætte energiniveauet.

Recycling af et produkt kan ske i flere stadier af produktets livscyklus, jf. figur 18 (den grønne forsyningskæde). I sammenhold med DFD er det ikke muligt at genbruge enzymet efter det er færdigproduceret, men derimod kan spildet fra produktionsprocessen genbruges, jf. produktionsafsnittet 6.1.1.1, hvor det overskydende biomasse bliver genbrugt som gødning til landbrug. Det vil sige, at hvis hvid bioteknologiske virksomheder skal overveje alternative løsninger i form af genbrug, vil overvejelserne være omkring genbrug af spildmateriale fra produktionen enten til gødning, som Novozymes på nuværende tidspunkt gør eller ved at genbruge vand fra rensning/sterilisering af deres tanke efter endt produktion af et enzym. Dette er (jf. bilag 4) allerede noget som Novozymes lægger stor vægt på, så der forekommer så få spildprodukter som muligt. Yderligere er genbrug af materialer også en parameter, som Danisco vægter højt (Danisco sustainability report, 2009/10, s. 63) Ved at overveje muligheder for at genbruge spild i produktionen af enzymer, kan hvid bioteknologiske



virksomheder spare store mængder af vand og energi, hvilke er to af de mest omkostningstunge råmaterialer. (bilag 2) Derfor er recycling, i produktionsfasen, en vigtig del for virksomheder i HBB. Grunden til at der bliver lagt vægt på genbrug er blandt andet på grund af, at det medfører en økonomisk gevinst da blandt andet vand er en økonomisk tung ressource samt at den miljømæssige gevinst ligger i, at vand er en begrænset ressource og derfor er det vigtigt at spare på denne. Som nævnt tidligere prøver Novozymes på, at optimere vandforbruget ved at forske i mikroorganismerne, så enzymerne kan formere sig bedre og hurtigere ved samme mængde vandforbrug. Genbrug af biomasse har en miljømæssig fordel, da det i stedet for at resultere i et spildprodukt, der skal afbrændes eller går i spildvandet, kan genbruges til gavn for andre former af produktion (fx i landbruget).

Efter i det ovenstående at have undersøgt hvorvidt bioteknologiske virksomheder skal fokusere og lægge deres miljømæssige indsats i product design og herunder forske i alternative løsninger til denne fase, vil vi nu fokusere på proces design og undersøge hvilke miljømæssige teknologiprincipper som virksomheder i HBB kan anvende herunder, for at udnytte klimarestriktionerne.

#### *6.2.2.2 Process design*

I dette kommende afsnit vil vi sætte fokus på proces design. Herunder vil der være en analyse af hvilke miljømæssige teknologiprincipper i process design, der kan være anvendelige i HBB. Derudover vil det ydermere undersøges hvor stor relevans process design har i forhold til branchen og om der er nogle af teknologiprincipperne der er vigtigere end andre.

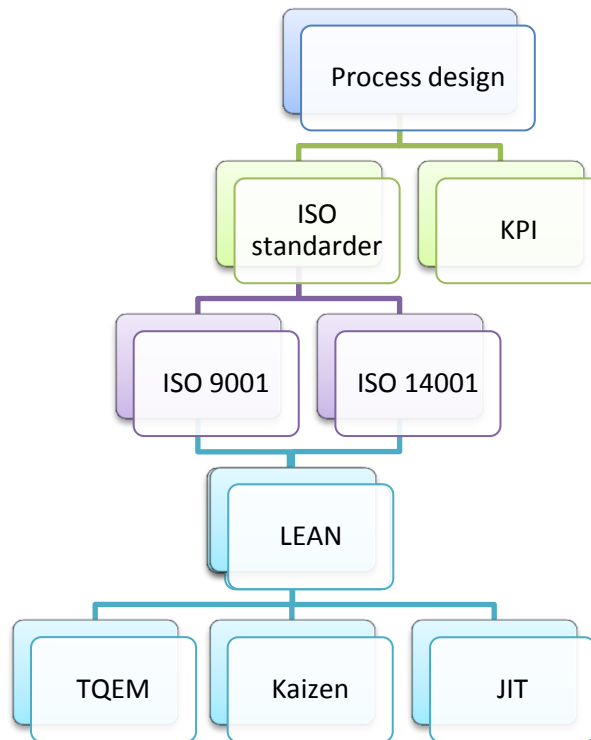
I det kommende vil der først være en argumentation for hvorfor process design er vigtig for HBB og herefter vil der, ved hjælp af figur 27, være en forklaring af hvordan vi strukturerer afsnittet.

Som skrevet tidligere så er det i process design, herunder produktionen, at virksomheder har de største udledninger og dermed er det i denne fase hvor der i høj grad er plads til forbedringer af processer med henblik på at reducere virksomhedens skade på miljøet. Som vi kom frem til i afsnit 6.2.1, skulle virksomheder benytte sig af en proaktiv strategi, hvis de skulle kunne udnytte statens klimarestriktioner. Da vores projekt retter fokus på store virksomheder i HBB formoder vi, at de har en relativ stor kapital, i modsætning til mindre

virksomheder i den samme branche. De store virksomheders fordele er derfor at de i højere grad har mulighed for at benytte sig af en proaktiv strategi, da de har kapitalen til at investere i nyere teknologi og optimeringsværktøjer som kan hjælpe med at reducere deres udslip. Ved proaktivitet kræver det en stor førstegangsinvestering med løbende mindre vedligeholdelsesomkostninger.

Hvis og såfremt virksomhederne i HBB har kapitalen og ledelsen bag sig, kunne det på sigt være en mulighed at investere i produktionsapparater, som er mere miljøvenlige og som ikke udleder den samme mængde CO<sub>2</sub> samt bruger mindre energi og råmaterialer end nuværende produktionsapparater. Som oftest udvikler teknologien sig og der kommer nye og bedre fremstillingsmåder. Det er derfor vigtigt, at man i process design er åbne over for alternative produktionsmetoder, som kan hjælpe til en mere miljøvenlig produktion. (se bilag 4). Ifølge Claus Frier er det blandt andet i denne fase at man kan effektivisere processer ved at erhverve sig mere miljøvenlige produktionsapparater som enten kan producere ved mindre energi, eller som kan producere i større mængder. Han nævner dog, at når man skal erhverve sig nye produktionsapparater, vil mere miljømæssige maskiner være dyrere og man skal derfor overveje hvorvidt det miljømæssige perspektiv overgår det økonomiske. (jf. afsnit 5.1.1.3, Palmer) Førhen når Novozymes skulle erhverve sig maskiner, vurderede man hvorvidt man skulle investere på baggrund af faktorer som: pris, kvalitet og holdbarhed, hvorimod det i dag er de sociale, økonomiske og miljømæssige konsekvenser som bliver vurderet.

Nedenstående figur 27 illustrerer hvilke miljømæssige teknologiprinsipper der kan anvendes i HBB under process design. I det efterfølgende vil vi forklare hvorfor det er relevant for HBB at inddrage ISO standarderne, samt hvilken relevans Lean har i forhold til ISO standarderne. Dernæst vil vi komme ind på hvilke Lean teknologiprinsipper, med fokus på miljøet, som kan være relevante i forhold til HBB hvis de vil opnå ISO standarderne. Ydermere vil vi undersøge om KPI er et teknologiprincip som kan anvendes af HBB for at blive mere miljøvenlige.



Figur 27: Miljømæssige teknologiprincipper i process design

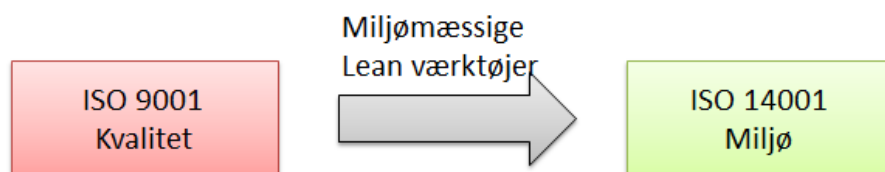
#### 6.2.2.2.1 ISO standarder

I teoriafsnittet er ISO standarderne set som et overordnet element som virksomheder kan gøre brug af, for at synliggøre over for kunder hvilke internationale standarder, de har vedtaget internt i virksomheden. Det findes derfor relevant at undersøge hvilke standarder der vil være fordelagtigt for HBB at certificere.

Som nævnt i teorien kan virksomheder ifølge Sarkis model (figur 15) benytte ISO 14001 som et teknologiprincip til at blive mere miljøvenlig, da denne standard er miljøfokuseret. Jævnfør afsnit 5.2.2.3.1 (TQM) har virksomheder været nødsaget til at fokusere på kvalitet. Dermed formodes det, at mange virksomheder har certificeret ISO 9001. Forskellen på ISO 9001 og ISO 14001 er ikke stor, da de begge er management systemer. Den væsentligste forskel er dog at ISO 9001 har fokus på at forbedre kvaliteten for et givent produkt og dermed også øge kundetilfredsheden, imens det essentielle i ISO 14001 er at minimere skade på miljøet. Mange artikler har fokus på, hvordan det er muligt at integrere disse to standarder til en større

helhed (bl.a. Walker, 1991 + King et al. 2001). Disse forklarer også at der er stor lighed imellem de to forskellige standarder. For at kunne gå fra ISO 9001 til 14001, mener artiklerne, at det er en nødvendighed at implementere miljømæssige Lean værktøjer, se figur 28. Er man i stand til at få implementeret nogle af disse værktøjer, har man mulighed for at undgå spild og forbedre kvaliteten af produkter som medfører, at man ikke skal reproducere produkter og dermed undgå spild i form af vand og energi. Lean værktøjerne skal derfor ses som værktøjer, der kan optimere produktionsprocesserne med fokus på, at nedsætte den miljømæssige beskadigelse.

Novozymes har både certificeret ISO 9001 og 14001 samt Lean. Implementeringen af Lean kom dog først efter certificeringen af ISO 14001 og ikke i forlængelse af ISO 9001. Vi mener dog stadigvæk at såfremt man har certificeret ISO 9001 kan man bruge Lean værktøjer til at opnå ISO 14001, da Lean i sig selv har fokus på at reducere spild og dermed er et miljøvenligt værktøj.



Figur 28: Overgang fra ISO 9001 til ISO 14001

I Sarkis' model (figur 15) er Lean, som overordnet ledelsesfilosofi, ikke nævnt som at være et teknologiprincip til at forbedre miljø, men han har dog nævnt TQEM, som et muligt teknologiprincip. I dette afsnit, findes det derfor relevant at undersøge nærmere, hvilke andre Lean værktøjer som kunne være fordelagtigt for HBB, at benytte for at være proaktive i forhold til miljørestriktionerne.

I det efterfølgende vil vi komme ind på de teknologiprincipper, under Lean, som vi mener, kan støtte op omkring ISO standarderne. Først vil vi undersøge relevansen af TQM/TQEM, dernæst Kaizen og JIT som er to yderligere Lean teknologiprincipper, som Sarkis (2001) ikke

har nævnt i hans model, figur 15, som mulige teknologiprincipper, men som vi finder relevante at undersøge i forhold HBB.

#### 6.2.2.2.2 TQM og TQEM

Jævnfør teoriafsnittet 5.2.2.3.2, er TQM og TQEM teknologiprincipper, som kan benyttes i process design. Disse principper vil være fordelagtige at implementere i produktionsprocesserne, da kvalitetsværktøjerne forebygger, at der bliver produceret spildprodukter (TQM) samt medfører at der ikke er spild i form af energi, CO<sub>2</sub> og andre skadelige elementer på miljøet (TQEM). Implementering af disse teknologiprincipper, som i dette tilfælde ville være TQEM, da dette har fokus på miljøet, vil ske i forskellige steder i produktionen. Derved kan man efter hver udførelse af processen kontrollere hvorvidt produktet er produceret rigtig og undgå yderligere ressource-, energi- og vandspild på et fejlprodukt.

Jævnfør produktionsprocessen, figur 23, skal råmaterialerne igennem forskellige processer før selve enzymerne er færdigproducerede. Disse processer er henholdsvis mixing-, steriliserings- og fertiliseringsprocessen. TQEM kan benyttes i den forstand, at efter hver proces kan princippet kvalitetstjekke og identificere om der er fejl i outputtet af hver enkelt proces. Ved at identificere fejl i processen, har man mulighed for enten at rette op på fejlen, eller kassere produktet, så man ikke videreproducerer på produkter indeholdende fejl. Hvis man fx allerede efter steriliseringsprocessen, opdager at der er fejl på produktet, er det muligt at stoppe produktionen for at se om fejlen er til at rette op på, eller man i så fald kan genbruge, jf. de 5 R'er, nogle af råmaterialerne eller noget af det vand som er blevet tilsat. På denne måde får man stadig udbytte af det defekte produkt. Har man derimod forsat produktionen uden at have identificeret fejlen, vil muligheden for at kunne genbruge en del af materialet være formindsket. Derudover vil man have brugt spildt vand- og energiresourcer på at producere videre på fejlprodukter og vil dermed have en unødvendig miljøbelastning.

#### 6.2.2.2.3 Kaizen

Kaizen er som nævnt et yderligere miljømæssigt teknologiprincip, som kan bruges til at skabe en innovativ miljøkultur i virksomheden. Det skal dog nævnes at der ikke er tale om et ordinært Kaizen princip, men Kaizen med en miljømæssig vinkel.

Kaizen er både blevet anvendt i Chr. Hansen og Danisco. (DTU rapport) Normalt har alle medarbejdere i en virksomhed en bestemt rolle, fra topledelsen til produktionspersonale. Med Kaizen fokuseres der på at personalet i virksomheden ikke kun fokuserer på eget område, men også har viden indenfor andre områder (Bicheno et al, 2009 s. 192-193). I denne sammenhæng vil det være fordelagtigt, at der bliver skabt en kultur i virksomheden, hvor der bliver sat fokus på at tænke grønt, et såkaldt miljø Kaizen. Målet er at få alle medarbejdere til at reflektere over deres arbejdsområder og om processen bliver udført på en så miljøvenlig måde som muligt.

I Danisco har man eksempelvis skabt en miljøorienteret Kaizen-kultur omkring, at stille spørgsmålstejn ved processerne. Blandt andet blev en medarbejder opmærksom på, at mange af deres frysebeholdere ikke udnyttede deres fulde kapacitet. Dette medførte til, at man kunne afskaffe en del af de nuværende fryserbeholdere der ellers ville have brugt energi. Dette og andre Kaizen tiltag har resulteret i at Danisco har haft mulighed for at reducere deres energiforbrug med næsten 50 % (Danisco sustainability report 09/10 s. 66)

I Chr. Hansen er en miljøorienteret Kaizen også blevet anvendt. I virksomheden er der opstillet en tavle, hvor medarbejdere kan komme med forslag til ændringer i de forskellige processer og disse forslag diskuteres herefter på et ugentligt møde. Ved at opstille en idétavle vil der til dels være ubrugelige forslag, men indimellem vil der være nogle geniale. I Chr. Hansen har de haft stor succes med forslag fra medarbejderne. Det har resulteret i, at de har været i stand til, at opnå besparelser på blandt andet at minimere spild af produkter og en reduktion af materialer (DTU rapport s. 72). Forslagene gik på, at man kunne ændre rørføringerne af produktionen og anvende trykluft til at få restmaterialerne ud af rørene, hvilket medførte at det var muligt at få flere færdigproducerede produkter ud af en produktionsbatch og spild blev reduceret. Færre spildprodukter medførte at man både sparede omkostninger til materiale og at der var mindre affald som medfører at miljøbelastningen vil

blive mindre. Ydermere vil der henholdsvis blive besparet yderligere energi og vand, da antallet af produktioner reduceres.

Vi mener på baggrund af disse to eksempler, at Lean princippet, Kaizen, er et miljømæssigt teknologiprincip som virksomheder i HBB bør implementere. Ved at skabe en innovativ kultur hos medarbejderne og få dem til at føle, at de er en del af en helhed, kan man få skabt et idéforum som kan resultere i nogle holdbare løsninger. Fordelen ved Kaizen er, at det er fokuseret på alle medarbejdere i virksomheden, top ledelse, afdelingsledere og produktionsmedarbejdere. Det perspektiv at alle parter er involverede kan give et bedre overblik over situationen. Toplederene ser det hele fra et fugleperspektiv og det er dem som har visionerne, dog er det produktionsmedarbejderne som dagligt udfører disse processer og det er derfor dem som har en del viden omkring hvad der fungerer og hvad der ikke fungerer. En integrering af de forskellige medarbejdes viden, kan være fordelagtig for HBB, med henblik på at optimere eller forandre nogle processer i virksomheden for at opnå større bæredygtighed.

I det næstkommende vil vi komme ind på det sidste Lean princip, et miljøfokuseret Just-in-time.

#### 6.2.2.2.4 Just-In-Time

Et yderligere fordelagtigt miljømæssigt teknologiprincip, som virksomheder i HBB kan drage nytte af, med henblik på at få reduceret energi- og vandforbrug er, at producere de mængder enzymer, som markedet efterspørger. Det vil sige ikke at masseproducere, så der derved ikke er risiko for at produktet ikke bliver anvendt og derfor går til spilde. Dette princip kaldes for Just-In-Time (JIT). Ved at benytte dette teknologiprincip, vil der ikke komme overproduktion af produkterne, hvilket er lig med spild og derved vil virksomheden kunne skåne miljøet. Novozymes anvender JIT ved at have en tæt kunderelation og producerer ud fra hvad kunderne efterspørger. (bilag 2) Dette medfører at Novozymes ikke vil opleve spild i produktion i form af overproduktion og dermed ikke bruger unødvendige spildressourcer i produktionen og affald af enzymer.

I det næstkommende afsnit vil vi vurdere om det sidste teknologiprincip, KPI, har relevans i forhold til HBB.

#### 6.2.2.2.5 KPI'er

Jævnfør teori afsnit 5.2.2.3.4, er KPI'er målsætninger man sætter inden for et bestemt område, og måler på om man opnår disse målsætninger. Jævnfør beskrivelsen af produktionen afsnit 6.1.1.1, bliver der brugt en stor mængde vand både til at sterilisere råmaterialerne og producere enzymerne samt en mængde energi til at få opvarmet og nedkølet vandet. Derfor vil måling af brug af vand og energi være to af de centrale KPI'er i HBB (Danisco sustainability report 2009/2010 + Chr. Hansen global environmental report 2008). I bilag 6 ses en graf over vand- og energieffektiviteten hos Novozymes. Ifølge Novozymes' årsrapport fra 2010 er vand specielt et bæredygtighedsområde som Novozymes ønsker at forske i, da de er afhængige af vand til deres produktion. I og med at vand er en begrænset ressource, er det derfor i HBBs interesse at anvende så lidt som muligt, både i forhold til deres egen produktion, men også ved at producere enzymer, som medfører at deres kunder kan reducere vandforbruget i deres produktion. Virksomheder i HBB kan derfor sætte nogle langsigtede mål for vandreduktion og anvende KPI'er til at måle på om disse mål er opnået, samt hvad der skal til før de realiseres.

Et andet område hvor HBB vil effektivisere, er som sagt brugen af energi. Der bruges en stor mængde energi i produktionen af enzymer og ifølge Novozymes ønskes energien effektiviseret og reduceret. Novozymes udgav den 16. maj 2011 en pressemeddelelse omkring, at deres produktion nu stammede 100 % fra vedvarende energi (bilag 5). Dette blev gjort i samarbejde med DONG Energy. Selvom hele produktionen stammer fra vedvarende energi, mener Claus Frier (bilag 4) at dette kun er det første skridt til en optimal bæredygtig produktion. Der skal stadig lægges kræfter i energireduktion og effektivisering og derfor er KPI'er et rigtigt vigtigt måleredskab i HBB til at måle på energiforbruget, så der kan blive identificeret hvor i processerne der kan energieffektiviseres. I Danisco menes det også at energieffektivisering er en af de vigtigste KPI'er i virksomheden (Danisco Sustainability Report 09/10). Ydermere findes dette område især vigtigt, da det både er med til at formindske CO<sub>2</sub>-udledningen, men også er økonomisk fordelagtigt, da energien vil blive brugt i begrænsede mængder.

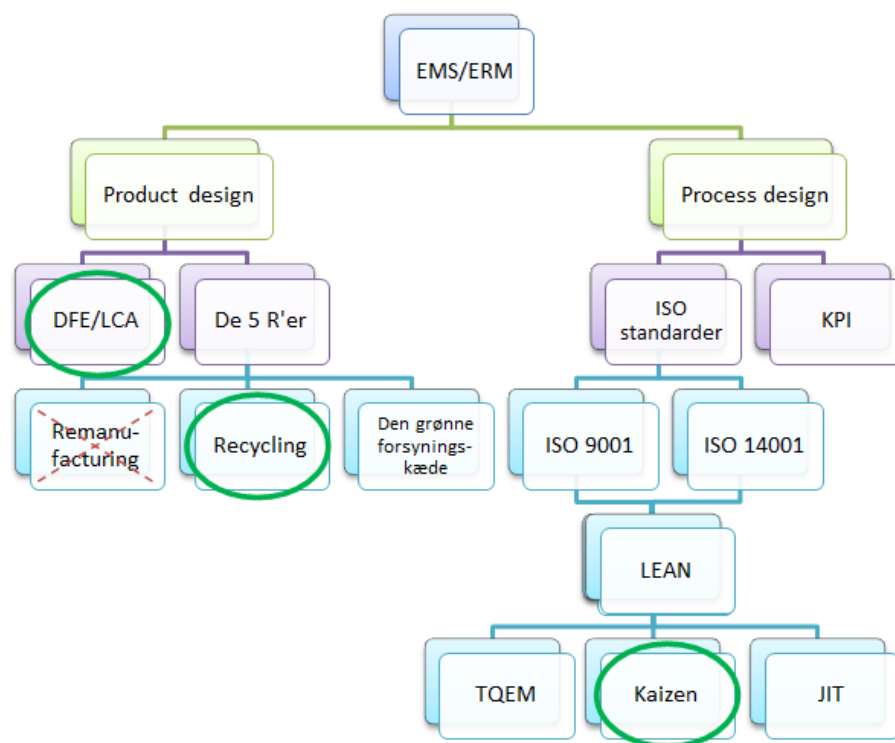
Efter at have undersøgt de ovenstående miljømæssige teknologiprincipper, både i product design og process design og sat dem i relation til hvordan virksomheder i HBB vil kunne bruge disse principper for at udnytte klimarestriktionerne, vil der i det næste afsnit være en



opsummering af, hvilke miljømæssige teknologiprincipper, der kan anvendes i HBB, vha. figur 29. Herunder vil vi argumentere for hvilke tre teknologiprincipper vi finder mest væsentlige hvis virksomheder i HBB skal kunne udnytte klimarestriktioner til en potentiel strategisk fordel.

### 6.3 Opsummering af de miljømæssige teknologiprincipper i hvid bioteknologi branchen

Vi er i foregående afsnit kommet frem til hvilke miljømæssige teknologiprincipper, som kan være anvendelige for HBB og fravalgt de teknologiprincipper, som vi ikke finder anvendelige. I det næstkommende vil vi derfor udvælge tre principper, som vi finder væsentligst for virksomheder i HBB samt hvilke fordele virksomheder kan opnå ved primært at fokusere på disse. For at visualisere hvilke teknologiprincipper, som er mest fordelagtige har vi valgt at benytte nedenstående figur 29 og sat grønne ringe om de tre væsentligste principper.



Figur 29: Opsummering af brancheanalysen

De miljømæssige teknologiprincipper er udvalgt ud fra en vurdering af, hvilke der er vigtigst, på baggrund af analysen. Det skal dog nævnes, at de resterende miljømæssige teknologiprincipper ikke er uvæsentlige og unødvendige for HBB. Overordnet set understøtter mange af teknologiprincipperne hinanden og det er som oftest ikke muligt at benytte det ene teknologiprincip uden at det kræver brugen af et af de andre teknologiprincipper.

### 6.3.1 Udvalgelse af de væsentligste miljømæssige teknologiprincipper

I product design er DFE og LCA særligt vigtige teknologiprincipper, hvilke vi i analysen har valgt at slå sammen. Disse principper finder vi som et af de vigtigste, da det blandt andet ser på hvordan man kan designe for miljøet i hele LCA og dermed se på det miljømæssige perspektiv fra cradle to grave af produktet. DFE og LCA underbygger, at det er vigtigt løbende at være på forkant og innovere i alternative muligheder i enten materiale-, proces-, brugs- og affaldsfasen. I materialefasen lægger HBB store ressourcer i materialesubstitution og hvordan man kan benytte mere miljøvenlige råmaterialer, der enten hos leverandørerne er mere skånsomme for miljøet, eller bruger mindre energi i produktionsfasen. Hvis udledningen af CO<sub>2</sub> hos HBBs leverandører reduceres, vil det have indflydelse på, at produktets carbon footprint vil blive større og ved at bruge mindre energi (CO<sub>2</sub>) i produktionsfasen, kan man ligeledes øge produktets samlede carbon footprint. I materialefasen kan man desuden forske og innovere i HBBs primære råmateriale, som er mikroorganismer, der udvinder enzymet. Ved at bruge ekstra ressourcer i, at forske i mikroorganismen, kan man optimere denne til at formere sig mere effektivt ved at stimulere selve genet, som er brugbart i mikroorganismen. Ved at optimere dette, kan det resultere i flere producerede enzymer per igangsat produktion. Dette resulterer i, at man ved samme mængde vand, energi og råmaterialer kan udvinde flere enzymer, ved kun at forske i mikroorganismen. Derudover er forskningen desuden ikke i samme grad CO<sub>2</sub> udledende sammenlignet med produktionen. Dette er særligt karakteriserende for hvid bioteknologiske virksomheder, da deres produkter er baseret på levende organismer og der er derfor mulighed for at stimulere råmaterialerne (mikroorganismer), så outputtet er større og brugen af begrænsede ressourcer er mindre. Endvidere medfører DFE og dermed forskning og innovation i alternative og eksisterende enzymer (HBBs produkter), at der løbende udvikles nye produkter, der kan nedsætte brugen af bl.a. energi og vand i brugsfasen og dermed nedsætte den globale miljøbelastning. Da

enzymene har en stor positiv indvirkning på miljøet i brugsfasen, bliver produktets carbon footprint vendt fra at være en belastning for miljøet til, at have en positiv indvirkning på miljøet, se eksempel i tabel 4. Ifølge Claus Frier er LCA et vigtigt element i Novozymes' måde at være proaktive i deres klimastrategi, da de hele tiden med brug af LCA finder alternative løsninger til at optimere processer eller innovere i deres produkter. Novozymes benytter LCA til at optimere i samtlige faser af produktets livscyklus og mener at dette teknologiprincip er overordnet for mange andre teknologiprincipper, som Novozymes benytter for at være en klimabevidst virksomhed. (jf. bilag 4)



Figur 30: Carbon footprint

Jf. figur 30 har virksomheder i HBB et samlet negativt carbon footprint. Dog er der to områder som stadig har en miljømæssig belastning, leverandørernes og Novozymes' produktion og det er derfor også vigtigt for HBB at optimere disse. Som skrevet i afsnit 6.2.2.1.1, har virksomhederne ikke en direkte indflydelse på leverandørernes udledning, men HBB kan gøre en aktiv indsats for at nedsætte CO<sub>2</sub> i deres egen produktion.

Et andet miljømæssigt teknologiprincip, som vi mener, har størst relevans for virksomheder i HBB, er recycling. Dette er på baggrund af, hvis HBBs virksomheder skal opnå at være *komplet cykliske/null* skal de genbruge alt spildmateriale i deres produktion. Som nævnt i proaktivitets-skemaet, tabel 3, placeres virksomheder i HBB, som *quasi cyklisk/less negative* med stort potentiale for at blive *positive*, da de har et negativt carbon footprint, jf. figur 30. Som udgangspunkt har HBB, jf. produktionsfigur 23, spild i produktionen, hvilket ikke genbruges. Måden hvorpå man kan recycle yderligere spildprodukter, er som oftest ved optimering af maskinerne, og i andre produktionstyper, end HBB, vil recycling foregå ved at genbruge spildmaterialet til en ny produktion. Dog er recycling i HBB baseret på, at genbruge spildevand samt genbruge spildmaterialer til omdannelse af biomasse. Derved bliver spild

ikke genbrugt i produktionen, men til andre industrielle sammenhænge. Hvis og såfremt HBB kan forske i deres enzymer og mikroorganismer og derved finde frem til en løsning hvori man kan omdanne, ved brug af enzymer, spildmaterialet til større mængder af biomasse, kan de i højere grad blive *komplet cykliske/null*. Det vil sige, fordelene med HBB er, at de kan forske i mikroorganismer og bruge egne enzymer, til at omdanne spildmaterialet til biomasse og dermed genbrug.

Et yderligere miljømæssigt teknologiprincip som vi mener, er et af de væsentligste for HBB at implementere er Lean princippet, Kaizen. Kaizen komplementerer organisationsdelen, da dette miljømæssige princip omfatter, at alle medarbejdere i organisationen skal tænke innovation i en miljømæssig sammenhæng. Kaizen skiller sig ud fra de to ovennævnte miljømæssige teknologiprincipper, da dette princip er under process design. I denne sammenhæng skal medarbejderne særligt i produktionen opfordres til, at være idéskabende med henblik på optimering af processerne.

Ydermere mener vi, at det er særlig vigtigt for HBB at skabe en miljømæssig Kaizenkultur, da branchens primære formål er at nedsætte den samlede globale miljøbelastning. Derfor har et bæredygtigt image en stor betydning for HBB, hvilket blandt andet også skal give udtryk i, at samtlige medarbejdere i organisationen deler den samme miljømæssige vision og der skabes en Kaizenkultur, hvor medarbejderne føler at de bidrager til, at den miljømæssige vision realiseres. Derudover mener Claus Frier ligeledes, at et af de væsentligste perspektiver, hvis virksomheder skal opnå bæredygtighed er, at hele organisationen deler den miljømæssige vision. For at hele organisationen deler den miljømæssige vision, skal lederne på tværs af afdelingerne, sætte delmål for bæredygtig og har dermed ansvar for at målene bliver realiseret. (jf. bilag 4)

De resterende teknologiprincipper, herunder EMS/ERM, ISO, JIT, TQEM, KPI mener vi stadig er relevante i forhold til, at kunne opnå en bæredygtig virksomhed for HBB. Mange af teknologiprincipper understøtter hinanden og det er svært at anvende et princip uden indflydelse fra de andre teknologiprincipper. Claus Frier mener eksempelvis at ISO standarderne er et af de vigtigste teknologiprincipper for at opnå bæredygtighed og for at opnå ISO standarderne benytter Novozymes LCA (bilag 4). Selvom Claus Frier mener at ISO standarderne er et af de vigtige teknologiprincipper at anvende, mener vi at LCA er det grundlæggende teknologiprincip til at opnå ISO standarderne. Derfor mener vi i forhold til

projektets problemformulering, at henholdsvis LCA, recycling og Kaizen er de væsentligste teknologiprincipper for HBB at anvende, dog med indflydelse af de andre.

Som nævnt mener vi at de to miljømæssige teknologiprincipper under product design, LCA og recycling, samt process design, Kaizen, er de tre vigtigste teknologiprincipper for HBB, at anvende hvis de skal udnytte klimarestriktionerne til en potentiel strategisk fordel.

## 7 Diskussion

I dette afsnit vil vi diskutere den metodiske fremgangsmåde vi har benyttet i projektet samt diskutere hvorvidt vores konklusion er valid.

Vores empiri i rapporten er baseret på et singlecase-studie i Novozymes med Claus Frier, Sustainable Manager, som vores kontaktperson. Derfor vil vi i det kommende både diskutere om det har været fyldestgørende kun at interviewe én person fra Novozymes samt om et singlecase-studie har været det mest fordelagtige i projektet. Afslutningsvis vil vi diskutere om det har været hensigtsmæssigt, at strukturere projektet ud fra én forskers model.

Da vores analyse primært er baseret på hvad, der karakteriserer hvid bioteknologi branchens produkter samt deres produktionsprocesser, kan det diskuteres hvorvidt det havde været fordelagtigt, at en produktionsansvarlig havde været til stede ved et af møderne med Novozymes. En produktionsansvarlig ville have et bedre indblik og detaljerede informationer om hvilke specifikke miljømæssige teknologiprincipper, der benyttes i Novozymes. Dette kunne have medført en dybere indsigt i selve produktionsprocesserne og vi ville have et bedre indtryk af hvor og hvilken type spild, der forekommer i produktionen, samt hvordan spildmaterialer kan minimeres eller optimeres. Selvom vi ikke har haft kontakt til en produktionsansvarlig, har det stadigvæk været muligt ved spørgsmål til Claus Frier, at få en overordnet beskrivelse af hvordan Novozymes' produktionsprocesser foregår. Da Claus Frier, er Sustainable Manager, har han en overordnet viden omkring hvad bæredygtighed for Novozymes er og han ved hvad Novozymes' primære fokus er for at de kan kalde sig en bæredygtig virksomhed. Vi mener derfor, at Claus Frier har den rette viden og indsigt i samtlige bæredygtige områder af virksomheden til, at vi kan basere størstedelen af vores analyse på interviews med Novozymes' Sustainable Manager. Endvidere har Claus Frier svaret fyldestgørende på vores spørgsmål vedrørende produktionen, som er relevante for analysen og vi mener derfor ikke, at et møde med en produktionsansvarlig vil ændre på resultatet af konklusionen.

Yderligere kan det diskuteres hvorvidt et singlecase-studie med Novozymes er repræsentativt for, at konkludere på hvad hvid bioteknologi branchen bør gøre for at udnytte klimarestriktioner. Det kunne muligvis have skabt større validitet hvis vi havde benyttet et multiple-case, hvor vi kunne sammenligne flere aktører i hvid bioteknologi branchen og

derved have et større empirisk grundlag for vores analyse. Dette kunne opnås ved at have interviewet Sustainable Managers fra fx Chr. Hansen og Danisco, på samme måde som vi har interviewet Claus Frier, fra Novozymes. Ud fra dette kunne vi have opbygget vores analyse ud fra de tre største hvid bioteknologiske virksomheder. Vi har brugt Novozymes til at få uddybende information omkring hvordan Novozymes håndterer klimarestriktionerne og hvordan de opnår at være en bæredygtig virksomhed. Efter at have fået indsigt i hvilke fokusområder Novozymes mener, at en hvid bioteknologisk virksomhed skal have, for at kunne udnytte klimarestriktionerne, har det givet os en indikation af hvad der er vigtig i hvid bioteknologi branchen, og dermed muliggjort at indhente materiale fra Danisco og Chr. Hansen, for at vurdere, om de understøtter de fokusområder som Novozymes har fremlagt. Dermed mener vi, at ved brug af Novozymes som singlecase og ud fra årsrapporter fra Chr. Hansen og Danisco, har skabt et validt grundlag for, at vi kan generalisere i forhold til hele branchen.

Ydermere kan det diskuteres hvorvidt det er fordelagtigt, at opdele hele rapporten ud fra en enkelt teoretikers model, som ikke har direkte fokus på vores problemformulering. Det kan blandt andet medføre, at man er for afhængig af modellen og at det fraviger fra vores fokusområde, da modellen er meget generel og kan bruges inden for alle brancher, som skal have implementeret en klimastrategi. Vi mener dog, at denne model har været anvendelig i og med at den har givet en overordnet god struktur i opgaven. Modellen har haft visse elementer som har været uden for vores fokusområde, men disse elementer har vi derfor valgt at afgrænse os fra og dermed kun brugt de elementer af modellen, som vi mener, har haft relevans i forhold til vores problemformulering. Derudover har vi ved at understøtte Joseph Sarkis' model med andre teoretikere, inden for samme felt, skabt et større validitetsgrundlag. Dette har medført at vi med kritiske øjne har fravalgt miljømæssige teknologiprincipper, som ikke har været anvendelige i hvid bioteknologi branchen for at kunne udnytte klimarestriktionerne og vi mener derfor ikke at det har været en hindring for os at benytte os af én model, men nærmere en guideline til at skabe god struktur i projektet.

## 8 Konklusion

Det økonomiske perspektiv har altid været drivkraften i virksomhedssammenhæng, men i dag har det miljømæssige perspektiv fået en næsten lige så væsentlig rolle. Dette er grundet at staten har sat strenge klimarestriktioner på hvad virksomheder må udlede og virksomheder kan derfor ikke længere ignorere det miljømæssige perspektiv. Derfor er det vigtigt at få udarbejdet en strategi, som skal medføre til, at virksomheder både overholder klimarestriktionerne, men samtidig sikrer virksomhedens overlevelse. For at opnå, dette bør virksomheder integrere det miljømæssige og økonomiske perspektiv og herudfra udforme virksomhedens klimastrategi. For at kunne integrere disse to perspektiver, på en måde hvorpå, at det ikke har en negativ effekt på den økonomiske bundlinje, skal virksomheder benytte en proaktiv klimastrategi. En proaktiv strategi medfører, at man tænker forud for klimarestriktionerne og garderer sig imod fremtidige strengere restriktioner. Endvidere kræver en proaktiv strategi store investeringer i ny teknologi og optimering af processer. Formår virksomheder dog at implementere en succesfuld proaktiv klimastrategi, vil de profitere fra investeringerne i fremtiden. Dette er blandt andet, at undgå miljøafgifter, reducere affaldsomkostninger ved mindre spildprodukter, bedre udnyttelse af råmaterialer og større energi- og vandbesparelse.

Virksomheder kan være proaktive i tre forskellige stadier (se nedenstående figur): *Quasi cyklisk/less negative*, *komplet cyklisk/null* og *positive*.

| Sharma    | Reaktiv strategi | Proaktiv strategi |                 |          |
|-----------|------------------|-------------------|-----------------|----------|
| Hart      | Kontrollerende   | Forebyggende      |                 |          |
| Dangelico | -                | Less negative     | Null            | Positive |
| Sarkis    | Lineær materiale | Quasi cyklisk     | Komplet cyklisk | -        |
|           |                  | Stadie 1          | Stadie 2        | Stadie 3 |

På nuværende tidspunkt vil hvid bioteknologiske virksomheder placeres i stadiet *quasi cyklisk/less negative* (stadie 1), da de genbruger en del af det materiale i



produktionsprocessen, der ellers ville være gået til spilde. Fx omdannes spildmateriale til biomasse, hvilket kan genbruges til gødning i landbruget. Dog er det langt fra alt spild, som bliver genanvendt, i enten egen produktion eller til andre industrielle formål og branchen kan derfor ikke betegnes som at være *komplet cyklisk/null*. Det kan dog diskuteres om hvid bioteknologi branchen har opnået en *positive* strategi (stadie 3), da hvid bioteknologi branchen producerer et produkt (enzymer), der medvirker til at den samlede globale miljøbelastning reduceres. Da hvid bioteknologi branchen producerer enzymer, der medvirker til en global reducere af miljøbelastningen, har de et negativt carbon footprint. Dette er på grund af, at deres produkters reducere af CO<sub>2</sub> er langt større end den samlede udledning fra leverandørerne samt deres egen produktion. Det menes dog ikke at hvid bioteknologiske virksomheder kan betegnes *positive* endnu, da de ikke har opfyldt kravene for at være *komplet cyklisk/null* og dermed har elimineret alt spild i deres produktion. Dog har hvid bioteknologi branchen et stort potentiale for at være *positive*, hvilket er et fåtal af brancher som kan opnå dette stadie. Fordelene som hvid bioteknologiske virksomheder kan opnå ved, at være *positive* er, at få skabt et endnu bedre image i forhold til interessenter og kunder, da de kan signalere at de også fokuserer internt i virksomheden for at være bæredygtige, samtidig med at de nedsætter den globale miljøbelastning.

Hvis hvid bioteknologiske virksomheder skal kunne udnytte klimarestriktionerne, er det ikke nok at have et negativt carbon footprint, da det ”kun” medfører en reduceret udledning hos kunderne, men ikke hos virksomhederne selv. For at virksomhederne i hvid bioteknologi branchen kan udnytte klimarestriktionerne findes det fordelagtigt, at implementere miljømæssige teknologiprincipper i virksomhedernes processer.

Den væsentligste proces for hvid bioteknologi branchen er product design, som har fokus på hvordan man kan designe produkter i forhold til, at det har en mindre miljømæssig belastning. Dette er grundet, at den hvide bioteknologiske branche er defineret ved at være en forskningstung branche og forskning i product design er et essentielt element for hvid bioteknologiske virksomheder. I og med at bioteknologiske virksomheder er karakteriseret ved at forske i levende organismer og producerer enzymer ud fra disse, har branchen en unik mulighed for at forske i disse organismer i product design, så organismene er i stand til, ved samme mængde råmateriale, energi og vand, at producere flere enzymer. Det vil sige CO<sub>2</sub>-udledningen per produceret enhed vil reduceres. Product design medfører dog ikke til en

miljømæssig tankegang. Derfor bør Design for Environment samt Life Cycle Analysis benyttes i hvid bioteknologi branchen. Design for Environment medfører til at være miljøorienteret i samtlige processer i virksomheden og Life Cycle Analysis anvendes til at analysere, hvor i produktets livscyklus, der er størst miljømæssig belastning og innovere i den størst miljøbelastede fase. I hvid bioteknologi branchen er miljøbelastningen størst i produktionen, dog menes det at product design fasen er væsentlig i forhold til at nedsætte miljøbelastningen i produktionen. Ydermere kan dette princip medføre til, større udnyttelse af råmaterialerne samt skabe energi- og vandbesparelser. Disse fordele kan opnås ved løbende at analysere i hvilke faser af Life Cycle Analysis man kan optimere de eksisterende processer, hvad enten det er i forskning, i nye produktions- eller produktmetoder.

Et yderligere miljømæssigt teknologiprincip, under product design, som er væsentligt at nævne, hvis hvid bioteknologiske virksomheder skal udnytte klimarestriktionerne er recycling. For at opnå en *komplet cyklisk/null* strategi, må der ikke være noget spild i produktionen. Da hvid bioteknologiske virksomheders produktion er særlig kendetegnet ved, at bruge store mængder af vand og energi er det vigtigt, hvis de vil udnytte klimarestriktionerne, at tænke innovativt i forhold til at effektivisere disse ressourcer i produktionen, hvilke i dag er begrænsede. De strategiske fordele, hvid bioteknologiske virksomheder kan opnå ved at blive *komplet cykliske/null* er omkostningsbesparelser i form af ressourcer (vand og energi), samt omkostninger forbundet med affaldshåndtering (spildevand). Såfremt hvid bioteknologi branchen kan forske i deres mikroorganismer og derved finde frem til en enzymløsning hvori man kan omdanne, spildmaterialet til større mængder af biomasse eller rensning af eget spildevand, kan de i højere grad blive *komplet cykliske/null*. Det vil sige, fordelene for hvid bioteknologi branchen er, at de kan forske i mikroorganismer og bruge egne enzymer, til at kunne omdanne spildmaterialet til biomasse og dermed genbruge deres spild. Ved at genbruge deres spildevand vil de dog ikke kunne nedsætte deres udledning i og med at der stadig vil forbruges den samme mængde energi. Såfremt de formår at udvikle et enzym, som destruerer restkemikalierne i spildevandet, vil der være mulighed for at nedsætte den miljømæssige belastning. Selvom de ikke kan reducere udledningen i selve produktionen ved genbrug, vil de opnå strategiske fordele i form af, at virksomhedernes bæredygtighedsimage vil blive styrket, da de kan promovere sig ved at være

en komplet cyklisk virksomhed, der samtidig gør en indsats for at reducere den globale miljøbelastning i brugsfasen.

For at understøtte den miljømæssige innovative tankegang er Kaizen, med fokus på miljø, endnu et teknologiprincip, som findes særlig vigtigt for hvid bioteknologi branchen at anvende i virksomheden. Mulighederne med et miljømæssigt Kaizen er, at det medvirker til at alle medarbejder i organisationen bliver en del af den miljømæssige innovative tankegang. Formår virksomhederne at skabe en miljømæssig Kaizenkultur kan de opnå store fordele i form af miljømæssige idéløsninger fra medarbejdere i forskellige afdelinger af virksomheden.

## 9 Perspektivering

Det teoretiske grundlag i denne rapport er baseret på videnskabelige artikler og faglitterære bøger, som primært beskriver og forklarer generelle holdninger omkring det teoretiske emne, som vi vælger at fokusere på. Den behandlede teori omhandler grundlæggende om hvordan det er muligt, at blive en bærdygtig virksomhed. Det kendte teori, nævner dog ikke hvordan man kan drage fordele af klimarestriktionerne i specifikke brancher og her skiller vores opgave sig ud fra den kendte teori. Denne opgave sætter fokus på hvordan hvid bioteknologi branchen kan drage strategiske fordele af klimarestriktionerne, hvilket blandt andet kan resultere i økonomiske fordele, ved at implementere en proaktiv klimastrategi, frem for en hindring i virksomhedens økonomiske vækst. Herunder fremhæves nogle proaktive miljømæssige teknologiprincipper, som findes særligt fordelagtige for virksomheder i hvid bioteknologi branchen, at gøre brug af, for at opnå succes ved en implementering af en klimastrategi. Andre videnskabelige artikler har endnu ikke konkretiseret hvilke specifikke teknologiprincipper, der er særligt fordelagtige for hvid bioteknologi branchen at anvende. Dermed adskiller vores konklusion sig fra den almene teori om bæredygtig ledelse og overordnede klimastrategier.

Selvom fokus i denne opgave har været, at kendetegne hvad store virksomheder i hvid bioteknologi branchen bør gøre for at udnytte klimarestriktionerne til en potentiel strategisk fordel, er det ikke ensbetydende med, at opgaven ikke kan benyttes af andre virksomheder.

Det kan fx diskuteres om denne opgave kan bruges af små virksomheder i denne branche. Overordnet set, er det de samme miljømæssige teknologiprincipper, som små virksomheder i hvid bioteknologi branchen bør gøre brug af for at udnytte klimarestriktionerne, dog er det ikke sikkert at små virksomheder udleder samme mængde skadelige stoffer i produktionen og har dermed ikke de samme omkostninger i forhold til restriktionerne. Da det kræver en forholdsvis stor kapital enten at investere i nye miljøforbedrede maskiner eller lægge flere ressourcer i forskning, synes den økonomiske gevinst, at være for langt ude i fremtiden, i forhold til den kapital, som små virksomheder har. Dermed ikke sagt, at denne opgaves resultat ikke kan benyttes af små virksomheder, men kapitalen er et vigtigt element inden man foretager en langsigtet investering, som det fx er at implementere en proaktiv klimastrategi.

En yderligere perspektivering er, at andre typer af bioteknologiske brancher kan benytte resultatet. I tidligere afsnit valgte vi, at afgrænse os fra andre bioteknologiske brancher,

herunder rød bioteknologi, grøn bioteknologi og blå bioteknologi. Disse typer af bioteknologiske brancher producerer produkter/enzymer ud fra levende organismer, på samme måde som hvid bioteknologi. Dermed må processerne antages at være af samme art og med samme brug af vand samt energi og dermed kan resultatet fra denne rapport muligvis være brugbar i andre bioteknologiske brancher.

Et andet perspektiv, som der ikke er blevet berørt i denne opgave er, hvordan man får implementeret en proaktiv klimastrategi i en virksomhed. Det kan blandt andet omhandle hvad der skal til for at implementere et miljømæssigt Kaizen, så organisationen opnår motiverede medarbejdere, der alle gør en aktiv indsats for at ændre på virksomhedens samlede miljøbelastning. Endvidere ville en sådan opgave kunne bestå i hvordan man i product design bedst muligt får struktureret forskningsprocesserne, så man opnår det bedst mulige output og derudover andre overvejelser det medfører at implementere et nyt projekt eller klimastrategi i en virksomhed.

Afslutningsvis mener vi, at det miljømæssige perspektiv i diverse brancher og virksomheder vil blive en større del af virksomhedernes overordnede strategi, da det tyder på, at der vil komme strengere restriktioner på virksomhedernes udledning af miljøskadelige gasser i fremtiden. Dermed vil det være aktuelt for fremtidige studier, at undersøge hvordan andre brancher kan udnytte klimarestriktionerne. Dermed kan fremtidige studier indirekte opfordre til, at virksomheder og brancheorganisationer bør få større fokus på, at integrere det miljømæssige og økonomiske perspektiv i virksomhederne for at se miljøperspektivet som en mulighed for fremtidig vækst, frem for en forringelse af økonomien.

## 10 Litteraturliste

### Faglitteratur

- Bicheno, John + Holweg, Matthias (2009): The Lean Toolbox, 4th ed., Picsie books
- Carlson, Kim (2009): Green your work, Adam business
- Chichilnisky, G. + Sheeran, K. (2009): Saving Kyoto, New Holland
- Nedergaard, Peter (2007): Klimapolitik i Danmark, EU og international, Jurist og økonomforbundets forlag
- Thurén, Torsten (2004): "Videnskabsteori for begyndere", Rosinante Forlag
- Yin, Robert K. (2009): Case Study Research, Design and Methods, 4<sup>th</sup> ed.

### Videnskabelige artikler

- Albino, Vito + Balice, Azzura + Dangelico, Rosa Maria (2009): "Environmental strategies and green product development: and overviews on sustainability-driven companies", Business strategy and the environment, vol. 18, pp. 83-96
- Baumann, H + Boons, F + Bragd, A (2002): "Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives", Journal of cleaner production, vol. 10, pp. 409-425
- Beamon, Benita M. (1999): "Designing the green supply chain", Logistics Information Management, vol. 14, nr. 4 pp. 332-342
- Chr. Hansen (2008): "Global Environmental Report – Building a Sustainable Business"
- Curkovic, Sime + Sroufe, Robert + Landeros, Robert (2008): "Measuring TQEM Returns from the Application of Quality Frameworks", Business Strategy and the Environment

- Dambach,, Barry F. + Allenby, Braden R. (1995): “Implementing design for environment at AT&T”, Total Quality Environmental Management
- Dangelico, Rosa M. + Ponttrandolfo, Pierpaolo (2010): “From green product definitions and classifications to the Green Option Matrix”, Journal of Cleaner Production, vol. 18, pp. 1608-1628
- Danisco (09/10): ”Sustainability Report – Ingredients for Sustainability”
- “De Nordiske Bioklynger, Benchmark af best practice for offentlig incitament” (2004), Handelshøjskolen i Århus
- DSM: ”Industrial (white) biotechnology - An Effective Route to Increase EU Innovation and Sustainable Growth”
- DTU (2006): “Samspil mellem Lean Manufacturing og miljøoptimering”
- EEA Miljøsignaler (2010): ”Biodiversitet, Klimaforandringer og dig”, Det Europæiske Miljøagentur
- EuropaBio (2003): “White Biotechnology: Gateway to a more sustainable future” ([www.europabio.org](http://www.europabio.org))
- Europa-kommisionen, Bruxelles 2010 ([www.lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0265:FIN:DA:PDF](http://www.lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0265:FIN:DA:PDF))
- Frazzetto, Giovanni (2003): “White biotechnology”, European Molecular Biology Organization, vol. 4, no. 9, pp. 835-837
- Fødevarerministeriet (maj 2010): “Havet – en uudnyttet ressource”
- GEMI – Global Environmental Management initiative (1993)
- Gollan, Paul + Wilkinson, Adrian + Hill, Malcolm (2001): “The sustainability debate”, International journal of operations & production management, vol. 21
- Goodland, Robert (1995): “The concept of environmental sustainability”, The annual review of ecology and systematic, vol. 26
- Guide, Daniel R. + Kraus, Mark E. + Srivastava, Rajesh (1997): “Scheduling policies for remanufacturing”, International journal of production economics, vol 48, pp. 187-204

- Handfield, Robert B. + Melnyk, Steven A. + Calantone, Roger J. + Curkovic, Sime (2001): "Integrating Environmental Concerns into the Design Process: The Gap between Theory and Practice", IEEE Transactions on engineering management, vol. 48, no. 2
- Harrington, Donna R. + Khanna, Madhu + Deltas, George (2008): "Striving to be green: the adoption of total quality environmental management", Applied economics, vol.40, pp. 2995-3007
- Hart, Stuart L. (1997): "Beyond greening: Strategies for a sustainable world", Harvard Business Review, vol. 75 issue 1
- Hart, Stuart + Ahuja, Gautam (1996): "Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance", Business strategy and the environment, vol. 5 30-37
- Hedegaard, Connie (2010): "The fight against climate change, challenges and goals", European Sustainable energy week conference
- "Industrial (White) Biotechnology – An effective route to increase EU innovation and sustainable growth", DSM – [www.europabio.org/positions/dsm-wb.pdf](http://www.europabio.org/positions/dsm-wb.pdf)
- Johansson, Glenn & Winroth, Mats (2010): "Introducing environmental concern in manufacturing strategies", Management Research Review, vol. 33 pp.877-899
- Kaplan, Robert S., Norton, David P. (1992): "The balanced scorecard: Measures That Drive Performance", Harvard Business Review
- Kaplan, Robert S., Norton, David P. (2007): "Using the balanced scorecard as a Strategic Management System", Harvard Business Review
- King, Andrew A. + Lenox, Michael J. (2001): "Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance", Operations Management, vol. 10, no. 3, pp. 244-257
- Norman, Wayne + MacDonal, Chris (2004): "Getting to the bottom of "Triple bottom line"", Business Ethics Quarterly, vol. 14, issue 2, 243-262
- Novozymes A/S (2009): "Comparative life cycle assessment of the Elemental T-shirt produced with biotechnology and a Conventional T-shirt produced with conventional technology", November 2009



- Palmer, Karen + Oates, Wallace E. + Portney, Paul R. (1995): "Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm", Journal of Economics Perspectives, vol. 9, no. 4, pp. 119-132
- Parmenter, David (2002): "Winning KPI's Revisited", Management
- Parmenter, David (2007): "Performance measurement", Financial management
- Powell, Thomas C. (1995): "Total Quality Management as competitive advantage: A review and empirical study", Strategic Management journal, vol. 16, pp.15-37
- Pojasek, Robert B. (2007): "Quality Toolbox - A Framework for Business Sustainability", Environmental Quality Management, pp. 81-88
- Parker, Denise R + Thorn, Matthew J. + Kraus, Jennifer L. (2011): "Life-Cycle Assessment as a Sustainability tool: Strengths, Weaknesses, and other considerations", Environmental Quality Management, vol. 20, issue 3, pp. 1-10
- Prahalad, C.K + Nidumolu, Ram + Rangaswami M.R (2009): "Why sustainability is now the key driver of innovation", Harvard Business Review, vol. 87
- Richardson, Katherine + Steffen, Will + ScheLlnhuber, Hans Joachim + Alcamo, Joseph + Barker, Terry + Kammen, Daniel M. + Leemans, Rik + Liverman, Diana + Munasinghe, Mohan + Osman-Elasha, Balgis + Stern, Nicholas + Wæver, Ole (2009): "Clima Change", Københavns Universitet
- Rondinelli, Dennis + Vastag, Gyula (2000): "Panacea, common sense, or just label? – The value of ISO 14001 environmental management systems", European management journal, vol. 18, no. 5
- Rusinko, Cathy (2010): "Integrating sustainability in higher education: a generic matrix", International Journal of sustainability in higher education, vol. 11
- Sarkis, Joseph (2001): "Manufacturing's role in corporate environmental sustainability", International Journal of Operations & production Management, vol 21, no. 5/6, pp. 666-686

- Sarkis, Joseph (1995): “Manufacturing strategy and environmental consciousness”, Technovation, vol. 15 (2), pp. 79-97
- Sarkis, Joseph & Zhu, Quing (2004): “ The link between quality management and environmental management in firms of differing size: An analysis of organizations in China“, Environmental Quality Management
- Sharma, Sanjay & Ruud, Audun (2003): “ On the path to sustainability: Integrating social dimensions into the research and practice of environmental management”, Business strategy and the Environment, vol.12 pp. 205-214
- Sharma, Sanjay + Vredenburg, Harrie (1998): “Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities!, Strategic Management Journal, vol. 19, pp. 729-753
- Sroufe, Robert + Curkovic, Sime + Montabon, Frank + Melnyk, Steven A. (2000): “The new product design process and design for environment – crossing the chasm”, International journal of operations & production management, vol. 20, no. 2, pp. 267-291
- Sutton, Philip (2004): “A perspective on environmental sustainability?”
- Theyel, Gregory (2000): “Management practices for environmental innovation and performance”, International Journal of Operations & Production Management, vol. 20, no. 2, pp. 249-266
- Thierry, Martijin + Salomon, Marc + Van Numen, Jo + Van Wassenhove, Luk (1995): “Strategic issues in product recovery management”, California management review, vol. 37, no. 2
- Walker, Grahame K. (1991): “Lean, Mean & Green”, Chief executive

## Internetadresser:

1. [www.ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/sme-definition/index\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/sme-definition/index_en.htm) (03-05-11)
2. [www.clarku.edu/~jsarkis/](http://www.clarku.edu/~jsarkis/) (26-05-11)
3. [www.bu.dk/pages/58.asp](http://www.bu.dk/pages/58.asp) (25-02-11)
4. [www.dmi.dk/dmi/fem\\_aar\\_siden\\_hurricane\\_katrina](http://www.dmi.dk/dmi/fem_aar_siden_hurricane_katrina) (21-02-11)
5. [www.denstoredanske.dk/Rejser,\\_geografi\\_og\\_historie/Geografi/Naturgeografi/Oceanografi/tsunami](http://www.denstoredanske.dk/Rejser,_geografi_og_historie/Geografi/Naturgeografi/Oceanografi/tsunami) (21-02-11)
6. [www.politiken.dk/udland/ECE1031667/hundredvis-af-nye-skovbr-/ande-haerger-rusland/](http://www.politiken.dk/udland/ECE1031667/hundredvis-af-nye-skovbr-/ande-haerger-rusland/) (21-02-11)
7. [www.ekstrabladet.dk/112/article1479288.ece](http://www.ekstrabladet.dk/112/article1479288.ece) (21-02-11)
8. [www.ec.europa.eu/clima/sites/campaign/news/news13\\_da.htm](http://www.ec.europa.eu/clima/sites/campaign/news/news13_da.htm) (25-05-11)
9. [www.scholar.google.dk/scholar?hl=da&q=an+ems+is+that+part+of+the+overall+management+system+which+includes&as\\_ylo=&as\\_vis=0](http://www.scholar.google.dk/scholar?hl=da&q=an+ems+is+that+part+of+the+overall+management+system+which+includes&as_ylo=&as_vis=0) (08-05-11)
10. <http://www.lca-center.dk/cms/site.aspx?p=222> (20-05-11)
11. [www.mhia.org/news/industry/7056/the-green-supply-chain](http://www.mhia.org/news/industry/7056/the-green-supply-chain) (08-05-11)
12. [www.iso.org/iso/theiso14000family\\_2009.pdf](http://www.iso.org/iso/theiso14000family_2009.pdf) (07-05-11)
13. [www.iso.org/iso/iso\\_14000\\_essentials](http://www.iso.org/iso/iso_14000_essentials) (07-05-11)
14. [www.iso.org/iso/iso\\_14000\\_essentials](http://www.iso.org/iso/iso_14000_essentials) (07-05-11)
15. <http://www.businesslink.gov.uk/bdotg/action/detail?itemId=1079404154&type=RESOURCES> (08-05-11)
16. [www.stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=219](http://www.stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=219) (03-05-11)
17. [www.dffe.dk/Files/Filer/Forskning\\_og\\_udvikling/Om\\_forskning\\_og\\_udvikling/Arangementer/Biotek\\_nonfood/Faktaark/om\\_biotechnologi\\_060130.pdf](http://www.dffe.dk/Files/Filer/Forskning_og_udvikling/Om_forskning_og_udvikling/Arangementer/Biotek_nonfood/Faktaark/om_biotechnologi_060130.pdf) (03-05-11)
18. [www.netpublikationer.dk/DFFE/6397/html/chapter01.htm](http://www.netpublikationer.dk/DFFE/6397/html/chapter01.htm) (23-04-11)
19. [www.europabio.org/bi\\_index.htm](http://www.europabio.org/bi_index.htm) (24-04-11)
20. [www.dsm.com/en\\_US/html/dnp/anh\\_enzymes.htm](http://www.dsm.com/en_US/html/dnp/anh_enzymes.htm) (17-05-11)
21. [www.businessweek.com/news/2011-01-10/dupont-acquires-enzyme-maker-danisco-for-5-8-billion.html](http://www.businessweek.com/news/2011-01-10/dupont-acquires-enzyme-maker-danisco-for-5-8-billion.html) (17-05-11)
22. [www.politiken.dk/erhverv/ECE1283366/amerikanske-dupont-overtager-danisco/](http://www.politiken.dk/erhverv/ECE1283366/amerikanske-dupont-overtager-danisco/) (18-05-11)
23. [www.report2010.novozymes.com/Menu/Novozymes+Report+2010/Report/Company+profile/Enzyme+Business](http://www.report2010.novozymes.com/Menu/Novozymes+Report+2010/Report/Company+profile/Enzyme+Business) (26-03-11)
24. [www.report2010.novozymes.com/Menu/Novozymes+Report+2010/Report/Company+profile](http://www.report2010.novozymes.com/Menu/Novozymes+Report+2010/Report/Company+profile) (26-03-11)
25. <http://report2010.novozymes.com/Menu/Novozymes+Report+2010/Report/Company+profile/The+first+10+years%3a+Sustainability+as+business+driver> (26-03-11)
26. [www.report2010.novozymes.com/Menu/Novozymes+Report+2010/Report/Company+profile](http://www.report2010.novozymes.com/Menu/Novozymes+Report+2010/Report/Company+profile) (26-03-11)
27. <http://www.novozymes.com/en/about-us/Pages/default.aspx> (26-03-11)
28. <http://novozymes.com/en/news/news-archive/Pages/Novozymes-goes-green-in-Denmark.aspx> (25-05-11)
29. [www.novozymes.com/en/investor/financialreports/Documents/Novozymes%20%C3%85rsrapport%202010.pdf](http://www.novozymes.com/en/investor/financialreports/Documents/Novozymes%20%C3%85rsrapport%202010.pdf) s. 5+6 (03-05-11)

## Bilag 1 – Virksomhedsprofil, Novozymes



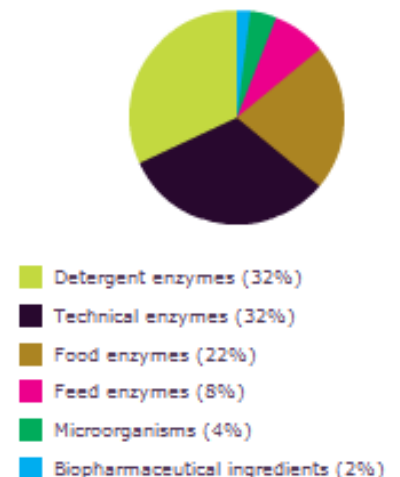
Novozymes er en forskningstung virksomhed som primært beskæftiger sig med forskning, udvikling og fremstilling af enzymer og mikroorganismer til industriel anvendelse. De opererer på to forskellige områder:

- **Enzymer:** produktion, distribution og salg af enzymer udgør den største del af Novozymes' forretning. Dette område udgør hele 94 % af alt salg. I 2010 kunne Novozymes kalde sig global markedsleder inden for enzymer med en markedsandel på 47 %<sup>23</sup>

Enzymforretningen har Novozymes valgt at dele ind i 4 forskellige områder:

- Rengøringsmidler: Enzymer bruges som oftest i vasketøj og opvask. Enzymerne hjælper til en forbedret og mere pletfri vask. Enzymet fungerer som oftest under lave temperaturer og gør det muligt at man fx kan vaske under lavere temperaturer, som er mere skånsomt for miljøet.
- Tekniske: Dette område omhandler mest om enzymer som omdanner stivelse (som oftest korn) til forskellige former for sukker
- Mad: Enzymer bruger også i det mad vi køber. De bruges som oftest i brød, vin og juice. De kan fx bruges til at få brød til at være mere holdbare og holde sig frisk i længere tid.

2010 SALES BY INDUSTRY



<sup>23</sup> [www.report2010.novozymes.com](http://www.report2010.novozymes.com)

- Foder: I dyrefoder, hjælper enzymerne med fordøjeligheden, hvilket gør at dyrene bedre kan fordøje de proteiner der findes i dyrefoder.
- **Bio:** Dette område udgør de resterende 6 % af Novozymes' forretning. Her prøver man at finde nye forretningsområder som går ud over enzym forretningen. Der er fokus på forskning i mikroorganismer og biofarmaceutiske ingredienser.<sup>24</sup>

### Bæredygtighed på dagsorden

Bæredygtighed står højt på dagsorden i Novozymes. De har været opmærksomme på, at efterspørgslen for bæredygtige produkter er steget markant de sidste par år. Dette har de udnyttet ved netop at tænke bæredygtighed i virksomheden. I 2003 oprettede de derfor et udvalg (SDB – Sustainability Development Board), som består af folk fra forskellige områder i virksomheden. De har til formål at forme Novozymes' bæredygtige strategi og integrere den med deres forretningsstrategi. Ved at være på forkant med bæredygtighed, har de kunne bruge det som en driver i deres forretning.<sup>25</sup>

Novozymes' kernekompetence ligger indenfor bioinnovation. De tager dagligdags produkter og gør dem mere bæredygtige ved hjælp af enzymer og mikroorganismer. Dette medfører at det er muligt for kunderne at selv at være mere miljøbevidste ved, at gøre optimal brug af råmaterialer og energi, som ender op med at være til fordel for miljøet. I 2010, er det estimeret at Novozymes har været med til at reducere 40 millioner tons CO<sub>2</sub>.<sup>26</sup>

### Samarbejde

Deres strategi er dog ikke at "redde" verden alene, men mener at samarbejde med andre virksomheder er vejen frem. Ved at kombinere deres kompetencer indenfor bioteknologi og kundernes spidskompetencer inden for hver enkelt industri, mener Novozymes at det er muligt at gøre produkter mindre miljøskadelige.<sup>27</sup>

---

<sup>24</sup> [www.report2010.novozymes.com](http://www.report2010.novozymes.com)

<sup>25</sup> [www.report2010.novozymes.com](http://www.report2010.novozymes.com)

<sup>26</sup> [www.report2010.novozymes.com](http://www.report2010.novozymes.com)

<sup>27</sup> [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)

## Bilag 2 – Første interview med Claus Frier

Spørgsmål den 28. marts 2011

### Klima spørgsmål

- Hvornår begyndte I først at tænke på at implementere bæredygtighed i Novozymes?
  - o Hvor lang tid gik der fra ide til udførelse? Hvilke personer i virksomheden/bestyrelsen var mest for ideen og hvem tog forbehold for en implementering bæredygtighed (økonomidirektør, salgsdirektør etc.)?
- Hvad er Jeres definition af bæredygtighed?
  - o Hvad lægger I mest vægt i forhold til at være miljøbevidste?
- Hvad gør I for at kunne kalde Jer en bæredygtig virksomhed?
  - o Hvilke særlige teknologier/processer?
    - Solenergi, biomasse, vindenergi ol.

### Novozymes

- Hvilken industri hører I under? (materialeproducenter).
  - o Sammenligne ift. andre produktionsvirksomheder
  - o Hvad gør Jer unikke?
- Hvilken produktportefølje har I?
  - o Hvilket produkt/produktion er Jeres største forureningskilde?
  - o Hvilke former for forurening/ Hvad er Jeres største forureningskilde?
- Hvad er Jeres mest solgte produkt?

### Politik

- Hvilke klimarestriktioner sætter regeringen til Jeres industri og Jeres virksomhed?
  - o Overblik over bl.a. CO2 restriktioner?
- Hvor meget CO2 udleder I årligt, halvårligt?
- Lever I op til kravene?
  - o Positiv, negativ, nul?

- Får I tilskud fra regeringen – i forhold til innovation eller forskning i energirigtige løsninger?
- Kvotehandel
  - o Får I tildelt kvoter fra regeringen?
  - o Har I mulighed for at handle med kvoter?

## Økonomi

- Har I lavet en cost/benefit analyse i forhold til de omkostninger/ressourcer der bruges for at innovere i alternative energi ressourcer, kontra det udbytte det giver? (Udgifter vs. indtægter).
  - o Kortsigtet vs. langsigtet
- Har I lavet en analyse i forhold til hvilke konsekvenser det ville have, hvis I ikke har en klimastrategi? (indtægter, brand, ressourcer, innovation, konkurrence, profit)

## Eksternt samarbejde

- Hvor tæt er Jeres samarbejde til Jeres samarbejdspartnere. Deler I omkostningerne til innovation og forskning? Det er lidt forskelligt hvad man gør. Hvordan er Jeres relation til Jeres leverandører og kunder
- Er producenterne/kunderne med i udviklingen af produkterne?

Formålet med disse spørgsmål er, at få et indblik i hvem der står med udviklingsomkostninger (alene eller sammen med kunder eller leverandører) og om der fordele/ulempes ved at samarbejde/ikke samarbejde.

## Internt i virksomheden

- Hvad er Jeres motivation til at implementere klima i virksomheden?
  - o Drivers (efterspørgsel fra kunderne, Regeringens restriktioner, omkostningsbesparelse mm.)

- Er Jeres strategi lavet på baggrund af de klimarestriktioner der er fastsat fra regeringens side?
  - o Reaktiv vs. proaktiv
- Er Jeres mål i 2015, omkring 50 % nedsættelse af CO<sub>2</sub>, fastsat på baggrund af regeringens restriktioner (brandværdi)?

## Referat den 28. marts 2011

Til stede: Johnny Nguyen, Line Benzin, Claus Frier (sustainable manager)

### **Klimaspørgsmål**

Administrerende direktør stod i spidsen for implementering af bæredygtighed i Novozymes. Det er vigtigt at sådan en beslutning og implementering kommer fra topledelsens side og at man har topledelsens opbakning

Definition af bæredygtighed er "the three pillars": sociale, miljø og økonomi. Hvis man får disse tre inkorporeret i virksomheden er man bæredygtig.

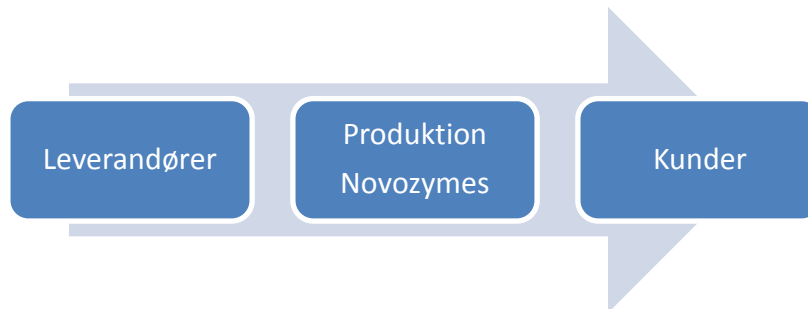
Det vigtigste i forhold til at være miljøbevidst er: Genteknologi, klima, vand og energi. Derudover er det vigtigt at kunne dokumentere at teknologien støtter op omkring bæredygtighed. I sammenhæng med dette benytter Novozymes Life Cycle Assessment (LCA)

Novozymes mener de kan kalde sig bæredygtig ved at de integrerer: køb af råvarer, behandler dyr ansvarligt. Novozymes tænker bæredygtighed i hvert enkelt led og vil være så miljørigtig som overhovedet muligt. I 1993 lavede de deres første miljørapport. 1998, social rapport. 1999 en bæredygtighedsrapport.

Måden hvorpå Novozymes er miljørigtige er blandt andet at investere i vindenergi, andre energi former og prøve at effektivisere ved blandt andet at bruge mindre energi. Lidt samme princip for vindmøller, det udleder at producere, men giver tilbage i den anden ende.



Eksempel på hvordan Novozymes skaber værdi i det miljømæssige regnskab:



**Leverandører:** Ved råvareforarbejdning og udvinding af råvarer, forbruges der energi og disse processer er med til at udlede CO<sub>2</sub> og andre gasser. Fx 750.000 tons CO<sub>2</sub> (eksempler på tal)

**Produktion/Novozymes:** benytter energi i produktionen til at omdanne mikroorganismer til enzymer. Fx 50.000 ton CO<sub>2</sub> (eksempler på tal)

**Kunder:** produktanvendelse af Novozymes' enzymer medfører at der bliver en mindre udledning på fx 1.500.000 ton CO<sub>2</sub>. (eksempler på tal)

⇒ Regnskabet for CO<sub>2</sub> udledning i hele produktlivscyklus er negativ i den forstand at det CO<sub>2</sub> der bliver udledt opvejer det CO<sub>2</sub> man kan mindske ved at bruge Novozymes produkter.

Novozymes' strategi ved at opnå sustainability er netop dette ovennævnte. Dvs. de ser ikke på enkelte dele i virksomheden eller fokuserer på deres egen produktion, men ser på den samlede værdikæde for hele produktets livscyklus fra råvareudledning til brugen af produktet for slutkunden.

Derfor er det vigtig for Novozymes, at indkøbsafdelingen tjekker og har standarder for hvordan de udvælger leverandører, fx børnearbejde og hvor meget CO<sub>2</sub> deres leverandører må udlede for at være kvalificeret til at være leverandør for Novozymes. Novozymes' kunder og deres kunder vil sætte pris på eller kræve at det er gennem hele kæden er fokus på sustainability og Novozymes i sig selv ville ikke kunne kalde sig selv en bæredygtig virksomhed, hvis det ikke gjaldt alle elementer.

## **Novozymes**

Brundtland rapporten

Rio 1992: virksomheder må tage ansvar.

Udnytte restriktioner: hjælpe kunderne til at blive en del af løsningen. Dow Jones: Hvis man kan integrere sociale, miljø og økonomi, så burde man investere i sustainability. Kan man ikke det, burde man ikke investere.

Novozymes hører inden under Bioteknologi-industrien. Novozymes' konkurrenter er Danisco, de ejer en enzymproducent i USA (Genencor) og ejer ca. 15% af markedet, mens Novozymes ejer ca. 50% af markedet.

I Novozymes' produktion er der ikke så meget forurening, men der bruges meget vand og energi, hvilke er begrænsede og meget omkostningstunge ressourcer for denne branche

Produkter: I klimasammenhæng: bio-tech virksomhed som går ud i naturen og finder nogle mikroorganismer, som kan bruges. Enzymer → ændrer et stof til noget andet. Fedtplet opløser en fedtplet til en anden slags fedtplet som opløses i vand. Mikroorganisme (svamp, gær).

## **Politik**

Generelle regler: hvis man har en energiproducerende virksomhed, hvis det er over 20 mega watt, så bliver man kvotebelagt. Der får man et vis antal kvoter, lige nu får man dem gratis. Novozymes har 2 energi anlæg.

## **Økonomi**

Man kan skabe en god forretning ved at der er et problem i verden. I dette perspektiv er der et kæmpe klimaproblem, i og med at der sker store klimaforandringer og der derved skal gøres noget for at kloden i fremtiden er et godt og sikkert sted at bo. DERFOR kan der skabes en forretning omkring det, da det er et problem der er bevidst for alle, ligegyldigt omfang.

Hvad kan en virksomheds kompetencer gøre for at gøre verden bedre. Det er nu blevet sat over på virksomhedernes skuldre og deres samvittighed at der skal gøres noget ved klimaproblemet. Det er ikke længere nok at regeringen sætter restriktioner, men ændringer skal komme fra virksomhedernes side. DE skal vise interesse og være bevidste om at det er noget deres kunder efterspørger nu og i fremtiden.

Spillerne i klimapolitikken er ikke bare politikkerne og reguleringerne. Det er også NGO'er, medier, kunder mm. Claus mener at der ER efterspørgsel fra end-users omkring at virksomhederne skal tænke klima og være miljøvenlige. Meget af dette handler om BRAND.

### **Eksternt samarbejde**

Novozymes samarbejder tæt med deres kunder. Somme tider deler de udviklingsomkostninger, med de tætte samarbejdspartnere, andre gange står de selv for dem.

Novozymes har en stor magt over både deres leverandører og kunder og det er på baggrund af at de er markedsledere.

### **Internt i virksomheden**

Klimastrategien er at gøre noget ved leverandører (vindmølleprojektet). Novozymes beskæftiger sig med et vindmølleprojekt, hvor de håber at kunne gøre hele produktionen uafhængig af ufornybare ressourcer. Det vil sige den skal kun bygge på vindenergi. I produktionen forsøger Novozymes at være miljøansvarlige ved at energieffektivisering. De fokuserer meget på deres carbon footprint. Det vil sige hvor meget carbon de udleder fra cradle to grave. Novozymes gør specielt en stor indsats i brugsfasen, hvor de gør en KÆMPE indsats for miljøet og sparer forbrugerne store mængder af energi og vand.

## Bilag 3 – Mailkorrespondance med Claus Frier

### Spørgsmål per mail til Novozymes den 4. maj 2011 med svar

Er det muligt at få en kort forklaring, omkring hvordan hele processen af en fremstilling af et produkt foregår, fra forskningsfasen i organismerne til affaldsfasen? **Se dette link:**  
<http://www.novozymes.com/en/about-us/our-business/Pages/Behind-bioinnovation.aspx>

#### **Forskningsfasen:**

- Hvilke miljømæssige overvejelser gør I jer i forskningsfasen/designfasen, når et nyt enzym skal produceres? **Læs om "pipeline LCA" her:**  
<http://www.novozymes.com/en/sustainability/sustainability-priorities/climate/Pages/default.aspx>
- Ved mere håndgribelige produkter, taler man om Design For Disassembly (DFD), hvor man har i tankerne i forskningsfasen, at producere produkterne på en sådan måde, at det er muligt at skille produkterne ad igen, med henblik på at genbruge materialer. Kan man i biotekbranchen adskille et enzym, hvis man finder ud af at produktet er fejlproduceret? (Vi tænker at det er mere energitungt at producere et enzym på ny, end at opfinde et kemikalie der kan adskille enzymet fra fejlproduktet)? **Nej, det vil ikke give mening at tænke i de baner.**

#### **Procesfasen:**

- Hvordan foregår selve produktionen?
  - Hvor mange forskellige processer skal produktet igennem?
  - Hvor mange kontrolfaser er der i løbet af hele produktionen?

- Anvendes der nogle form for optimeringsværktøjer i produktionen for at undgå spild?  
Hvis ja, hvilke er der blevet implementeret?

***Se vedlagte rapport – specielt kap. 3.***

**Affaldsfasen:**

- Hvor stor er jeres miljøpåvirkning i affaldsfasen? ***Se Novozymes årsrapport:***  
*<http://report2010.novozymes.com>*
- Kan enzymerne genbruges? ***Nej.***
- Hvad sker der med fejlproducerede enzymer/produkter? ***Biomasse/affald.***

**Carbon Footprint for Novozymes**

CO<sub>2</sub> emission fra:

- Novozymes egne energianlæg – 44.000 t
- Novozymes energileverandører (el) – 387.000 t
- Novozymes råvareleverandører – 290.000 t
- Novozymes transportleverandører – 29.000 t
- Novozymes forretningsrejser – 8.000 t

Det meget vigtige tal som – når carbon footprint skal beregnes – skal ses i forhold til summen af ovenstående emissioner er 27.000.000 t, som er den reduktion af udledning som anvendelsen af Novozymes' produkter resulterede i hos Novozymes' kunder.

## Bilag 4 – Andet interview med Claus Frier

### Spørgsmål til Novozymes den 19. maj 2011

Vores spørgsmål går meget på hvordan man i produktionen kan optimere processerne. Og hvad I gør for at optimere processerne.

#### **1. Input i produktionen (råmaterialer)**

På nuværende tidspunkt bruger I råmaterialerne som sukker, salt, soya bønner som del af produktionen. Hvilke andre muligheder er der for brug af råmaterialer?

- a. Tænker I på substitution i form af andre råmaterialerne til produktionen?
  - i. Hvad har I gjort før (hvilke andre råmaterialer har I brugt)?
  - ii. Hvilke alternativer er der til fremtidige produktionsmetoder (mere energibesparende)
- b. Hvordan definerer I råmaterialer i Jeres produktion
  - i. Kun input(sukker mm) eller er det også i form af materialer/komponenter til maskiner mm?
  - ii. Undersøger Novozymes selv hvilke alternativer til råmaterialer der kan være, eller er dette et større samarbejde med leverandører?

#### **2. Proaktivitet i Novozymes**

Vurderer i Jer selv som proaktive?

- a. I så fald, hvorfor?
  - i. I sammenhæng med Proaktivitetsskemaet, hvor meget genbruger Novozymes?
  - ii. Er det muligt i fremtiden at basere på produktionen kun ved brug af fornybare ressourcer?
- b. Anvendes der nogle form for optimeringsværktøjer i produktionen for at undgå spild? Hvis ja, hvilke er der blevet implementeret?

- i. Har i anvendt TQM, eller noget lig dette værktøj, Kaizen, JIT?
- ii. Hvor meget kvalitetssikring af produkter er der i løbet af produktionen og hvad gør I for at kvalitetssikre?
- c. Hvad har i konkret gjort for at produktionsprocesserne skal blive mere miljøvenlige?
- d. Kan du give os 3 eksempler på tiltag i virksomheden, som er foranlediget pga. klima?
- e. Hvilke teknologiprincipper har I brugt i virksomheden for at opnå bedst mulig miljøvenlighed (TQM, Kaizen,mm)

### 3. ISO standarder

Vi kan se ud fra Jeres hjemmeside at I har certificeret både ISO 9001 (kvalitet) og ISO 14001(miljø) har disse 2 standarder indbyrdes relevans for hinanden?

- a. Hvis ja, hvorfor er dette tilfældet?
- b. Har det været lettere at implementere den ene standard, efter implementeringen af den første og hvordan har det været lettere?
- c. Hvor lang tid har det taget at implementere disse standarder?

### 4. LCA

- a. I bruger LCA til at vurdere hvor jeres produkt skaber værdi (som primært er hos kunden). Hvilke måleværktøjer anvender I til at optimere jeres faser i LCA'en, herunder processer samt produktionsprocesser?
- b. Du nævnte på vores møde at jeres leverandører udleder noget (-), I selv udleder noget (-), men at Jeres produkter giver en positiv påvirkning på miljøet (+) og at det totalt set i regnskabet vil give en positiv effekt. Du nævnte dog at der var potentiale for at dette totalte regnskab kunne blive mere positiv, hvordan skal dette kunne lade sig gøre, er det ved mere nyskabende produkter, eller ved at nedbringe udslip i produktionen?

Bruger I selv enzymer i Jeres produktion til at nedsætte miljøskade i produktionen eller vil det være en fremtidig løsning?

Sidst nævnte du at I ville investere i en vindmølle for at blive forsynet med energi. Hvad er Jeres overvejelser omkring biobrændsel, som er en del af Jeres branche (bioteknologi)?

I skriver i årsrapporten 2010 at jeres energieffektivitet skal reduceres med 50% i 2015 i forhold til år 2005, hvordan skal dette mål realiseres?

Hvilke andre produktionsprincipper anvendes der?

Genbruger I energi, vand mm. i produktionen og hvordan?

Anvendes Kaizen, JIT, TQEM i virksomheden?

Hvilke KPI'er har Novozymes sustainability afdeling og i så fald hvor mange (121)?

Hvilke(t) værktøj mener Claus er det vigtigste i forhold til at være en bæredygtig virksomhed?

## Referat den 19. maj 2011

Til stede: Johnny Nguyen, Line Benzin, Claus Frier (Sustainable manager)

### **1: Input råmaterialer**

Mikrobiologi: Novozymes er meget opmærksomme på, at overveje hvilke råmaterialer de benytter i produktionen. På nuværende tidspunkt benytter de protein (soya bønner), sukker, stivelse (bl.a. kartoffelmel). De mikroorganismer, der skal omdannes til enzymer befinder sig bedst i bestemte mængder af råvarer og der er forskes i, op til flere gange, hvilke forhold (hvilke typer af råmaterialer) hvori der kommer den bedste effektivitet i produktionen. Det er derfor svært at finde alternativer til nuværende råmaterialer, dog er det et punkt som Novozymes og deres leverandører forsøger at optimere hvis det er muligt. Ifølge Claus Frier: *er man nødt til langt hen ad vejen, at bruge de samme råvarer.*

Råmaterialerne er i Novozymes defineret som det input, der kommer i maskinerne. Det vil sige det der skal til for at mikroorganismen formerer sig.

Når Novozymes erhverver sig maskiner tænker de effektivitet. Har man råd til at tage hensyn til miljøet? Før i tiden, inden miljø blev et vigtigt issue for virksomheder var kravene i forhold



til maskinerne, produktionen og virksomheden generelt: Pris, kvalitet, holdbarhed. I dag er der andre vigtige perspektiver man som miljøansvarlig virksomhed er nødsaget til at forholde sig til. Disse er det sociale, samfundsmæssige og økonomiske. Og det der sker i virksomheden har konsekvenser for disse tre perspektiver. Det er dog hele tiden en overvejning og opvejning af de konsekvenser, som virksomhedens beslutninger medfører.

## **2: Proaktivitet**

Novozymes er nødt til at være proaktive. Novozymes har altid været på forkant og Claus Frier mener at Novozymes var de første i Danmark til overhovedet at lave miljørapporter. *Det er forretningsmæssigt bedre at være foran, og det er moralsk rigtigt.*

Energi og CO<sub>2</sub> er meget lig hinanden. Novozymes' energi i produktionen bliver i dag dækket af vindmølle energi, hvilket den 16. maj 2011 blev offentliggjort og fejret.

Måden hvorpå man kan effektivisere i produktionen hos bioteknologiske virksomheder er:

- Ved at købe maskiner eller isenkram, som medfører at processen kan foregå mere effektivt. Det kan være selve maskinerne er blevet effektiviseret, som gør at energi eller vandforbruget er mindre.
- Forskning: Man kan optimere organismens fordele ved, at få den til at producere flere enzymer. Så man optimerer mikroorganismer hele tiden, (man kan nogle gange fordoble effektiviteten) Netop dette har Novozymes levet af i flere år. Der er ikke blevet bygget nye fabrikker, men der bliver stadig solgt mere og det er fordi de har kunnet optimere på mikroorganismer. (DEN STORE DEL) Dette udgør for Novozymes en stor del af deres effektivisering og er et særligt vigtigt element i deres virksomhed.

### **Optimeringsværktøjer:**

LEAN er meget udbredt, six sigma/TQM

LCA: bruger til at dokumentere miljøbelastningen i hele produktets livscyklus. Novozymes har meget fokus på brugsfasen og på hvordan deres kunder kan optimere brugsfasen, så der derved bliver et positivt miljøregnskab for slutproduktet. I LCA fokuseres der også på leverandører og samarbejde med leverandører, så der hele tiden benyttes de mest fordelagtige og bedste råmaterialer med tanke på miljøet. Ydermere er det vigtigt at Novozymes' leverandører lever op til specifikke miljøkrav, enten ved at have implementeret de samme standarder som Novozymes (ISO 14001) eller ved at give belæg for at leve op til andre miljøstandarder, som er acceptable for Novozymes. På denne måde sikrer de, at der skabes bæredygtighed hele vejen i kæden. Dog forekommer det største samarbejde sammen med deres kunder med fokus på at optimere enzymerne og slutproduktet for deres kunders kunder.

Pipe-line LCA: produktets udviklingsfase. Laver en LCA screening. Samme princip som DFE, men det vil man i Novozymes ikke kalde det med enzymer.

Novozymes er ISO certificeret, hvilke er et kvalitetssikringsværktøj. Kræver nogle særlige standarder alt efter hvad produkt og til hvilken branche, der bliver produceret til. ISO 9001 og 14001 er rå kvalitetsledelse systemer. De passer helt sammen, så det vil ikke tage så lang tid at implementere det ene, når man har implementeret det andet. Claus Frier nævner, at man godt kunne have brugt LEAN til at opnå ISO 14001 efter have implementeret ISO 9001, men de har dog først implementeret LEAN efter certificering af 14001.

### **LCA**

Der er ISO standarder for hvordan man laver LCA i virksomheden og dertil er der forskellige software og databaser, hvori man tilføjer fundne data.

Eks. Har man 1 ton soja, så findes der nogle anerkendte standard tabeller som skriver hvor meget det koster i energi at bearbejde materialer. Hvis ikke dette er opnåelige data kan man ringe til leverandørerne og spørge hvilken påvirkning det enkelte råmateriale har. Alternativt

er at de i Novozymes tager ud til leverandørerne og hjælper med at indsamle data, så Novozymes kan udforme samlede beregninger for deres totale carbon footprint.

Novozymes lægger stor vægt i at deres carbon footprint er positivt. Leverandører samt Novozymes' produktion har en negativ påvirkning på miljøet, men deres slutprodukter medfører en stor positiv miljømæssig indvirkning, da produkter med brug af enzymer sparer store mængder energi og vand

Leverandør ("stort" minus ), Novozymes produktion (lille minus), slutproduktet (Stort plus). Dette medfører et negativt carbon footprint i forhold til at skåne miljøet.

Ved at optimere mikroorganismer i forskningsfasen kan man optimere produktionen, da man i forskningsfasen kan tilføre mikroorganismer (ved biokemi), mere af det gen som man vil have formeret i selve produktionsfasen. Derved kan man med samme mængde vand og energi få produceret mere af det gen, som skal bruges i Novozymes' kunders slutprodukt. Ved at optimere på det tilførte mikroorganisme kan man optimere produktionen.

Novozymes lægger stor vægt på at der forekommer så lidt spild som muligt i produktionen, der er der meget fokus på effektivisering af processerne. Dog er det ikke alt spild der kan genbruges i vores produktion, men vi arbejder på det.

Produktoptimering går på kunderne.

Novozymes bruger ikke selv enzymer i produktionen.

Novozymes optimerer hele tiden brug af energi. Har flyttet sig fra kulenergi, til vindmølleenergi. Brug af energi er dog stadig meget omkostningsfuldt og derfor arbejdes der kontinuerligt på at optimere og innovere i alternative løsninger til at spare/nedsætte prisen/mængden af energi og vand.

## **Produktionsprocessen**

Produktion Fuglebakken fabrik (Novozymes ældste fabrik)

Beholdere med sojaprotein, sukker, kartoffelmel (blanderummet)

Bliver tilsat vand igennem nogle rør og kommer ned i nogle store tanke. Hvor de bliver rørt rundt af nogle rør og derefter bliver organismene tilsat. Det er kun et reagensrør med mikroorganismer. Derefter begynder de at gro. Mikroorganismer fordeler sig løbende, imens de ”spiser” råmaterialerne (mikroorganismerne fordeler sig ca. en gang hvert 20. minut). Derefter bliver massen rensat og kommer igennem nogle filtre. Biomassen, mikroorganismer og enzymer bliver skilt ad. Biomassen, bliver varmebehandlet og kalkbehandlet og bliver derefter til gødning. Enzymer bliver videreført til behandling. Der er både faste enzymer (bruges til vaskepulver) og flydende enzymer (bruges blandt andet til garveriindustrien, når man fx skal skære huden af en ko til læder. Enzymer hjælper med at få hårene til at forsvinde fra koen, bageriindustrien bruger det også).

### **3 eksempler som er foranlediget af klima.**

- Investere i etableringen af Vindmøller, samarbejde med DONG Energi
- Procesoptimering: effektivisere energiforbrug
- Vand: lavet et projekt, risiko (sparsom ressource) er der en risiko for 5.000000m<sup>3</sup> vand i produktionen hvert år. (maskiner) også mikroorganismerne. Bruges til rengøring og bruges til køling. Så vandet bliver genbrugt.

Hvad vejer tungest? Når man laver enzymer er det den miljømæssige side der vægter højester. Når det er pharmaindustrien, er det sociale og økonomien. Det vil sige for hvid bioteknologi branchen er det miljø og økonomi som man skal forsøge at integrere i virksomheden.

De vigtigste elementer i en virksomhed, hvis man skal have en succesfuld klimastrategi er ifølge Claus Frier:

1. Ledelsessystemerne er vigtige (ISO). De skal kunne håndtere bæredygtighed. CO<sub>2</sub> udledning, børnearbejde. Hvad har i gjort til at være stand til det? Det er hvad ISO standarderne går ind og er med til at opnå. Ledelsessystemerne skal være på plads.
2. Organisationer er vigtig. Der skal være personer, der har ansvar for forskellige dele af strategien og følger op på at delmål bliver nået. I Novozymes har vi et Sustainability Development Board. Det er vice presidents tværs af afdelingerne og disse arbejder fuld tid med sustainability.

3. LCA: det som skaber gennemsigtighederne.
4. Stakerholder – hvem er ens vigtigste interessenter? Hvem kan man træde over tæerne?  
Værktøjer til at kortlægge, hvad man skal være ekstra opmærksomme på.
5. IT-systemer til at håndtere leverandørerne. SCM værktøj er meget vigtigt.
6. Salg: værktøj som skal hjælpe salg og marketing med ved at bruge sustainability.  
Greenwash handler om at hvornår virksomheder kan sige at de er bæredygtige.  
Værktøj så virksomhederne bruger det så rigtigt som muligt. Dokumentation med LCA data. Den bruger de til at dokumentere overfor kunderne at de skal vælge lige præcis Novozymes. Det skal findes i hele forretningen. Og ikke kun i produktionen.  
Ifølge Novozymes er det essentielt at bæredygtighed er inkorporeret i HELE virksomheden!!
7. KPI'er: energi, vand og arbejdsulykker.

## Bilag 5 – Artikel: Novozymes goes Green in Denmark

### Novozymes goes green in Denmark<sup>28</sup>

Novozymes is going green in Denmark, with all its electricity coming from wind turbines. Despite increasing production, Novozymes now has lower CO<sub>2</sub> emissions than in 2005.

**May 16, 2011**

Production at Novozymes is on a large scale, and producing enzymes requires a lot of electricity. The company's Danish production sites alone consume an amount of electricity equivalent to upwards of 60,000 Danish homes. However, a few years ago Novozymes took a series of steps to reduce its energy consumption in Denmark.

"Although production is markedly increasing, we have since reduced our CO<sub>2</sub> emissions here in Denmark by a third, in other words a total of 150,000 tons. This big saving has mainly been achieved by investing in new equipment that uses less energy."

So says Flemming Funch, Vice President Quality, Environment & Safety at Novozymes. The energy savings have been found in collaboration with DONG Energy, and have involved extensive investments in new and more energy-efficient equipment in the Danish factories. Reducing CO<sub>2</sub> emissions by 150,000 tons is equivalent to removing 60,000 cars from Europe's roads.

"At the same time, Novozymes has undertaken to use the money we save on the electricity bill to purchase a total quantity of CO<sub>2</sub>-neutral electricity equivalent to 32 of the 95 wind turbines at the Horns Rev II offshore wind farm."

#### **Investing in energy savings**

The original target was for the reduction in CO<sub>2</sub> to be achieved in 2012 and, although it has already been achieved in 2011, Novozymes will continue the efforts to reduce energy consumption.

To date Novozymes has invested DKK 20 million in energy savings in Denmark alone. In addition, energy savings are incorporated in decisions on all essential capital expenditure, and the investments are being made at a global level.

"For us, becoming more energy efficient represents an economic gain too. At the same time, this strategy fits well with the products we sell to our customers," says Flemming Funch. Novozymes' ambition is to reduce CO<sub>2</sub> emissions globally by 75 million tons. This will be achieved by Novozymes' customers using biotech solutions that enable them to produce more using fewer resources. In 2010 Novozymes' customers achieved CO<sub>2</sub> savings of approx. 40 million tons, equivalent to more than two-thirds of Denmark's total CO<sub>2</sub> emissions in one year.

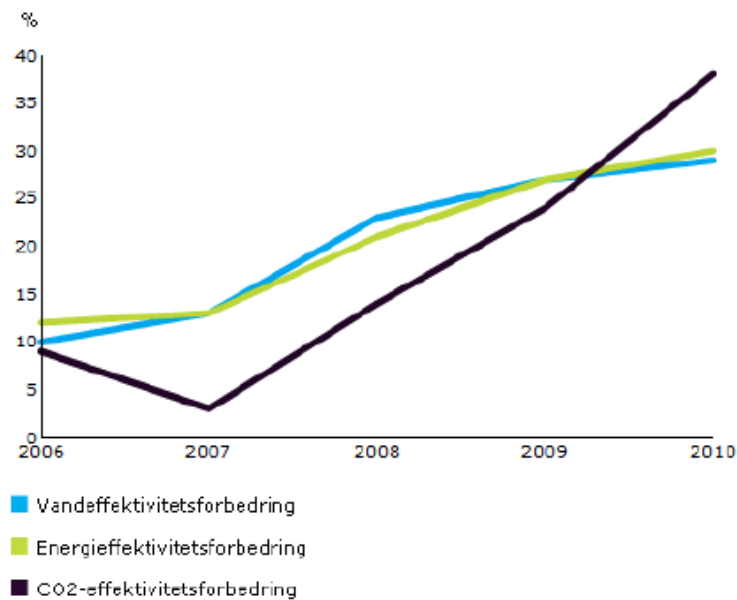
"Although our own CO<sub>2</sub> emissions are more than 100 times smaller than what can be saved by using our biotech products, we also consider we have to take responsibility for our own impact on the environment and reduce our own energy consumption," says Flemming Funch

---

<sup>28</sup> [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)

## Bilag 6 – Vand-, energy- og CO<sub>2</sub> effektivitetsforbedringer I Novozymes

**VÆKST I RESSOURCEEFFEKTIVITET**



Figur: Novozymes' vand-, energi-, og CO<sub>2</sub> effektivitet<sup>29</sup>

|                                                                  | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Udvikling i vandeffektivitet (i forhold til 2005) %              | 10   | 13   | 23   | 27   | 29   |
| Udvikling i energieffektivitet (i forhold til 2005) %            | 12   | 13   | 21   | 27   | 30   |
| Udvikling i CO <sub>2</sub> -effektivitet (i forhold til 2005) % | 9    | 3    | 14   | 24   | 38   |

<sup>29</sup> [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)

## Bilag 7 – Uddybende enzymproduktion

### 3. Industrial enzyme production



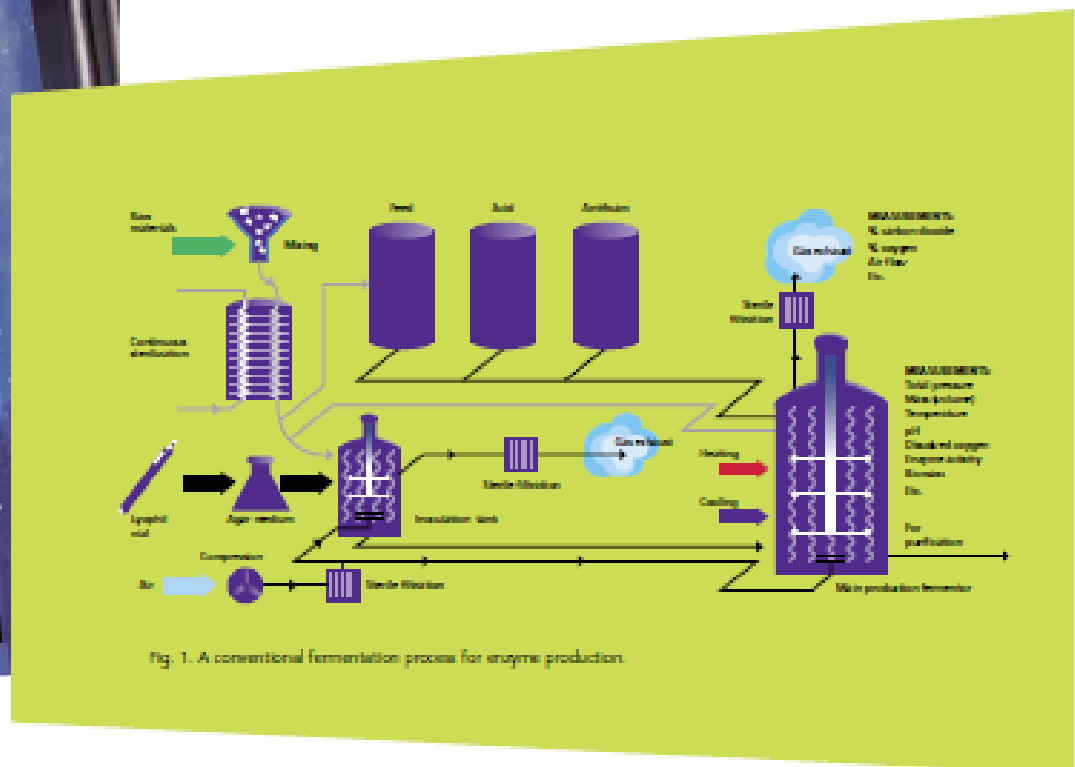
At Novozymes, industrial enzymes are produced using a process called submerged fermentation. This involves growing carefully selected microorganisms (bacteria and fungi) in closed vessels containing a rich broth of nutrients (the fermentation medium) and a high concentration of oxygen (aerobic conditions). As the microorganisms break down the nutrients, they produce the desired enzymes. Most often the enzymes are secreted into the fermentation medium.

Thanks to the development of large-scale fermentation technologies, today the production of microbial enzymes accounts for a significant proportion of the biotechnology industry's total output. Fermentation takes place in large vessels called fermentors with volumes of up to 1,000 cubic meters.

The fermentation media comprise nutrients based on renewable raw materials like corn starch, sugar, and soy grnts. Various inorganic salts are also added depending on the microorganism being grown.

Both fed-batch and continuous fermentation processes are common. In the fed-batch process, sterilized nutrients are added to the fermentor during the growth of the biomass. In the continuous process, sterilised liquid nutrients are fed into the fermentor at the same flow rate as the fermentation broth leaving the system, thereby achieving steady-state production. Operational parameters like temperature, pH, food rate, oxygen consumption, and carbon dioxide formation are usually measured and carefully controlled to optimize the fermentation process (see Figure 1).





The first step in harvesting enzymes from the fermentation medium is to remove insoluble products, primarily microbial cells. This is normally done by centrifugation or microfiltration steps. As most industrial enzymes are extracellular – secreted by cells into the external environment – they remain in the fermented broth after the biomass has been removed. The biomass can be recycled as a fertilizer on local farms, as is done at all Novozymes' major production sites. But first it must be treated with lime to inactivate the microorganisms and stabilize it during storage.

The enzymes in the remaining broth are then concentrated by evaporation, membrane filtration or crystallization depending on their intended application. If pure enzyme preparations are

required, for example for R&D purposes, they are usually isolated by gel or ion-exchange chromatography.

Certain applications require solid enzyme products, so the crude enzyme is processed into a granulate for convenient dust-free use. Other customers prefer liquid formulations because they are easier to handle and dose along with other liquid ingredients. The glucose isomerase used in the starch industry to convert glucose into fructose are immobilized, typically on the surfaces of particles of an inert carrier material held in reaction columns or towers. This is done to prolong their working life; such immobilized enzymes may go on working for over a year.