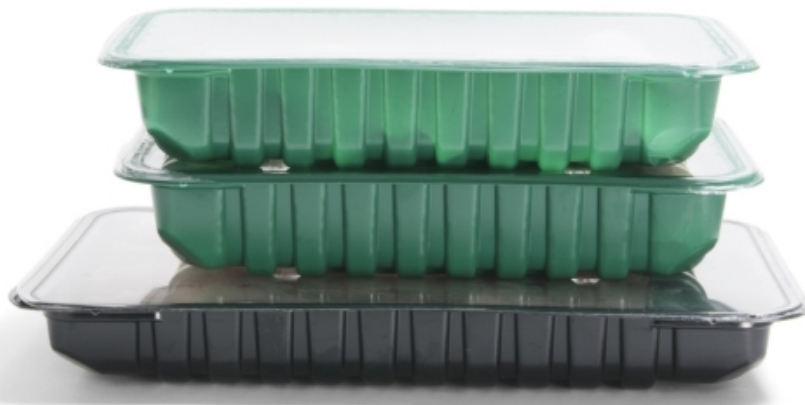


FØDEVAREEMBALLAGE I EN CIRKULÆR ØKONOMI



V2124788038

Sofie Louise Dupont Fischer
Janus Mohr Hovgaard
Jia Hao Liang
Karl Samson Myhre

Abstract

This paper examines the possibilities of redesigning the current plastic packaging of meat products to include them in a circular economy. While doing so, the paper touches on the latest EU regulations of plastic in food packaging. To understand how plastic food packaging is placed in a circular economy, the paper examines the various aspects, such as how food packaging is currently designed and today's available recycle and sorting technologies. The paper provides an in-depth analysis focusing on the technical difficulties of changing plastic packaging of food in three of the phases in the circular economy cycle: Design, Sorting and Recycling. The analysis is based on two interviews with experts in the field of plastic in a circular economy. The analysis pinpoints various difficulties within the three phases, such as the continuous use of composite plastic, lack of financial incentive in recycling and lack of producer responsibility. The end goal of this paper is to present a redesign of the currently used plastic food packaging based on the empirical evidence provided throughout the paper. This is done through three iterations with the third iteration being a model. The model explains the different use of material throughout the components of an easier recyclable "meat container" which can enter a circular economy.

Begrebsliste

Genbrug

Genbrug er en proces, hvor den samme genstand bliver brugt til det samme formål flere gange. Det kunne være tøj, teknologi, ect.¹

Genanvendelse

Genanvendelse er en proces hvor det genanvendte produkt, typisk råstoffer som metal og plastik, tager ny form. Det er altså ofte en omsmelting af råstoffet, så det kan blive genanvendt til et nyt produkt.²

LCA

Livscyklusvurdering er en metode, der anvendes til at vurdere den samlede miljø- og klimapåvirkning et produkt i hele dets livscyklus.³

I LCA vurderes alle faser af produktets livscyklus fra udvinding af råmaterialer, produktion og afskaffelse af alle restprodukter. LCA er en internationalt anerkendt metode, som kan give en objektiv vurdering af et produkts miljøaftryk og anvendes derfor af mange virksomheder.

NIAS

For at sikre en høj fødevarerikkerhed må plastemballage, der er i kontakt med fødevarer ikke afgive kemiske stoffer. Man ønsker at undgå uønskede kemikalier, også kaldet NIAS som står for “Non-Intended Added Substances”⁴ For at sikre, at der ikke sker migration af uønskede stoffer fra plasten til fødevarer, må den genanvendte plast heller ikke kontamineres af print, lim eller papir på emballagen.⁵

¹ Refurb. (2020, 21. oktober). *Hvad er forskellen på genbrug og genanvendelse?* CSR, Klima, miljø og energi.

² Refurb. (2020, 21. oktober). *Hvad er forskellen på genbrug og genanvendelse?* CSR, Klima, miljø og energi.

³ Plastindustrien. (s.d.). *Livscyklusanalyse (LCA): hvad kan den bruges til?*

⁴ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.33

⁵ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.34

Holy Grail 2.0

HolyGrail 2.0 er en ny innovativ sorteringsmetode, der er under udvikling. Den sorterer via digitale vandmærker, dvs. signaturer som er usynlige for det blotte øje, men som via et kamera identificeres af sorteringsmaskinen. Vandmærket fungerer som en kode, der indeholder detaljerede informationer om produktet. Dermed vil affaldet kunne sorteres i de korrekte fraktioner.⁶ Man vil således kunne sikre sporbarhed af plasten, så den plast der er godkendt til fødevarer kan sorteres fra og anvendes til fødevarer igen. Holygrail bliver i øjeblikket testet og forventes implementeret i flere affaldssorteringsanlæg allerede i 2022.⁷

NIR-scanning

NIR står for “near infrared reflectance”, det er altså en metode hvor plasten bliver sorteret via infrarødt lys. Det infrarøde lys kan genkende plasttypen ud fra det lys der reflekteres når strålen rammer. Der er dog nogle udfordringer forbundet med denne metode. Mange kødbakker er i dag sorte og det kan NIR scannerne ikke læse, da den sorte farve absorberer lyset i stedet for at reflektere det.⁸ Der er udviklet en metode, med optisk genkendelse, som kan bruges som supplement til NIR. Med optisk genkendelse kan de sorte kødbakker sorteres fra. Desværre er kombinationen af de to dog ikke præcis nok på nuværende tidspunkt, så det vil være nødvendigt at udvikle teknologien til at understøtte den type sortering.⁹

Tracer

En tracer er et fluorescerende stof som tilsættes plasten, så det kan identificeres med lys og dermed kan plastemballagen sorteres meget præcist. Det er en mere finmasket sorteringsform end NIR, men kombinationen af flere sorteringsmetoder kan være en god løsning til at sikre en mere præcis sortering.¹⁰

⁶ Digital Watermarks. (s.d.). *HolyGrail 2.0*.

⁷ Dansk Retursystem. (2021, 6. september). *Banebrydende sorteringsteknologi til emballageaffald skal testes i København* [Pressemeddelelse].

⁸ Masoumi, H., Safavi, S.H. & Khani, Z. (2012, januar). *Identification and classification of plastic resins using near infrared reflectance spectroscopy*. International Journal of Mechanical and Industrial Engineering.

⁹ Zhang, Y., Zhang, Y., Li, X., Xu, J. & Bai, J. (2018, februar). *A discrimination model in waste plastics sorting using NIR hyperspectral imaging system*. Waste Management.

¹⁰ Lang-Koetz, C., Moesslein, J., Woidasky, J. & Gasde, J. (2020, 30. december). *Plastics Recycling with Tracer-Based-Sorting: Challenges of a Potential Radical Technology*. Recycling and Sustainability of Plastics. S.2

OM7

OM står for “Overall Migration” altså en betegnelse for den samlede mængde stoffer der migrerer fra plast til en fødevarer. OM7 er således en migrations test med testbetingelser på 2 timer ved 175°C for samlet migration ved høje temperaturer med fedtholdige fødevarer¹¹

Plasttyper:

PET

PET's egenskaber er styrke og stivhed, hvilket betyder at den kan modstå slag og tåle højt tryk. PET kan genanvendes et næsten uendeligt antal gange, da PET regenereres. Derfor er PET et meget velegnet materialevalg set i en genanvendelseskontekst.¹²

PE/PP

PE/PP har en mere åben struktur end PET, som gør at der er større risiko for at den bliver forurenet med kemiske stoffer (NIAS). Det er derfor endnu ikke muligt at genanvende PE og PP fra fødevareremballage til fødevareremballage igen, medmindre det bliver indsamlet i et lukket kredsløb. Genanvendt PP og PE har dog en lang række anvendelsesområder inden for ikke-fødevarer produkter, hvor der ikke stilles helt så store lovgivningsmæssige krav til egenskaberne. Derfor opfordrer designguiden til, at materialet vælges fordi PE og PP som fødevarerkontaktmateriale kan genanvendes i en spiral kontekst¹³

r-PE, r-PET og r-PP

Er genanvendt PE, PET og PP. Det lille r er kort for “recycled”¹⁴

¹¹ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.6

¹² Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S. 48

¹³ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.36

¹⁴ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.6

Kompositplast

Komposit er betegnelsen for sammensætning af to og flere forskellige materialer¹⁵. Dermed kan egenskaberne for et produkt blive justeret efter behov. Egenskaberne er en yderligere tolerance bedre styrke og stivhed. Desuden kan opnås tolerance for kemikalier, brand og termisk isolering. Kompositplast bliver ofte anvendt til vindmøller, skibe, både og tanke.

Jomfruplast

Når plasten er nyproduceret og ikke er blevet genanvendt kaldes det jomfruplast.¹⁶

¹⁵ Plastindustrien. (s.d.). *Komposit-plast*.

¹⁶ Rosenberg Johansen, M., Budde Christensen, T., Marilou Ramos, T. & Syberg, K. (2022, 15. januar). *A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*. Journal of Environmental Management. S.4

1. Indledning	8
1.1 Problemformulering.....	9
1.2 Arbejdsspørgsmål	9
1.3 Problemfelt.....	10
2. Semesterbinding	10
2.1 Design og Konstruktion	10
2.2 Subjektivitet, Teknologi og Samfund	11
3. Metode	11
3.1 Ekspertinterview	11
3.1.1 Thomas Budde Christensen.....	11
3.1.2 Mathias Hvam	13
3.2 FEDS	14
3.3 Sprint.....	16
3.4 Coloured Cognitive Map	17
3.5 Storyboard	17
3.6 Affordance	18
3.7 Fravalg af metoder.....	19
3.7.1 Spørgeskemaundersøgelse	19
3.7.2 Casestudie	19
4. Plast i et cirkulært perspektiv	20
4.1 Den cirkulære økonomi	20
4.2 Er vi der hvor vi gerne ville være i Danmark?.....	21
4.3 Rethink, redesign, reduce, reuse, recycle.....	22
4.3.1 Ellen MacArthur foundation.....	22
4.3.2 Værdikæden for plast	24
4.4 Dimensioner i cirkulær genanvendelse af plast.....	25
4.5 Design og produktion i cirkulær økonomi	27
4.6 De 4 genanvendelsesfaser.....	29
5. Hvilken regulering er der i EU og DK omkring fødevareemballage?	31
5.1 EU's regulering og kommende tiltag.....	31
5.2 Udvidet producentansvar	35
5.3 Krav til plast i fødevareemballage.....	36
6. Centrale faser i den cirkulære økonomi for plastemballage	37
6.1 Design	39
6.1.1 Designfasen	39
6.1.2 Kompositplast og overflødig brug af plast	40
6.1.3 Omstilling.....	40
6.2 Sortering.....	41
6.3 Genanvendelse	45

7. Diskussion	47
8. Konklusion.....	49
9. Produkt	50
9.1 Første iteration	50
9.1.1 Udfordringer ved vores første iteration	53
9.2 Anden iteration.....	54
9.3 Tredje iteration.....	57
10. Perspektivering.....	60
10.1 Take-Away	60
10.2 Socioteknologiske systemer	61
11. Litteraturliste.....	62
11.1 Forelæsninger	66
11.2 Bilag.....	66

1. Indledning

Verden i dag er præget af klimaforandringer, der ændrer vores opfattelse af naturen og tilstandene i den hurtigere end vi kan nå at følge med og tilpasse os. Vandstanden verden rundt stiger, skove brænder og kloden bliver generelt varmere. I et samfund hvor vi har indrettet os komfortabelt og blevet vant til en masse goder, systemer og teknologier som trækker gevaldigt på klodens ressourcer, er det svært at se, hvordan vi skal ændre tingene i tide. Mange klimaforskere peger på at vi måske allerede er forbi det stadie, hvor vi kan vende tilbage til normale tilstande, og selv de mest optimistiske eksperter på området har ytret at vi skal handle nu, og handlingerne skal indebære drastiske indgreb, hvis vi skal nå det. Med befolkningstal der kun er i vækst, og hvor store industrier sætter flere hundrede tusindvis af mennesker i arbejde over hele kloden, har vi behov for at de klogeste hoveder og statsoverhoveder får sat klimaet på dagsordenen, endnu mere end den allerede er.

Mange prøver også allerede at få ændret tilstandene, og man kan mærke, at især de yngre generationer er begyndt at “stå på barrikaderne” for at få verdens overhoveder til at ændre forholdene. Selvom det er et fokus for mange, er det svært at se, hvordan vi skal lave de nødvendige ændringer, uden at vi enten skal gå på kompromis med vores levestandard og begynde at gentænke de fleste aspekter af, hvordan vi har indrettet os. Der bliver italesat omvæltninger, som vil påvirke hvordan vi rejser, hvordan vi klæder os, hvor vores energi kommer fra, hvordan vi spiser, hvordan vi sorterer og hvordan vi genanvender materialer. Især genbrug og genanvendelse af materialer er områder forskellige aktører kigger på, da det er langt mere klimavenligt at genbruge eller genanvende end at udvinde nye ressourcer.

Ét område der især er meget belastende for klimaet, er vores forbrug af plast. Det er i dag næsten umuligt at købe et produkt, uden at det på den ene eller den anden måde er indpakket i plast. Det kan tydeligt ses i et supermarked, hvor stort set alle produkter er indpakket, om end det måske ikke er vildt nødvendigt. Selv ved at overholde diverse sikkerhedskrav og holdbarhedsforhold der skal tages højde for ved fødevarer, er indpakning et område, der er værd at kigge på. Måske ikke ved at fjerne den, men ved at gøre det nemmere at genanvende, da problematikken med plast omkring fødevarer især omhandler blanding af forskellige plasttyper, hvilket gør det utroligt dyrt og besværligt at genanvende.

Der skal implementeres et system, hvor det er nemmere at identificere og sortere de forskellige plasttyper. Det foreslås at der kan oprettes nogle cirkulære systemer, som netop ville formindske produktionen af jomfruplast og derved få nogle point på klima- og CO2-kontoen. Med udgangspunkt i ovenstående problematik og relevant litteratur er denne gruppe kommet frem til følgende problemformulering:

1.1 Problemformulering

Hvordan kan man med udgangspunkt i cirkulær økonomi redesigne fødevareemballage til kød, sådan at det bliver nemmere at genanvende?

1.2 Arbejdsspørgsmål

Udover vores problemformulering har vi valgt at afgrænse os til følgende arbejdsspørgsmål:

1. Hvordan tænkes plastproduktion ind i et cirkulært økonomisk perspektiv?
2. Hvilken regulering er der indenfor EU og Danmark omkring plast i fødevare og genanvendelse?
3. Hvilke tekniske udfordringer er forbundet med at ændre plastemballage i fødevare, med fokus på de tre centrale faser i den cirkulære økonomis kredsløb: design, sortering og genanvendelse?
4. Hvilke målsætninger/initiativer arbejdes der med i fødevareindustrien?

Opgaven vil være opbygget af løbende besvarelser af vores arbejdsspørgsmål, hvor vi først vil redegøre og teoretisere cirkulær økonomi, og hvilke reguleringer der gør sig gældende for Danmark og Europa. Efterfølgende vil vi gå analytisk til værks med hvilke egenskaber plastemballage skal have med udgangspunkt i den cirkulære cyklus der vil blive præsenteret, primært igennem ekspertinterviews med Thomas Budde Christensen og Mathias Hvam, der begge har stort kendskab til og store færdigheder indenfor emnet, hvilke vi har udspecificeret i vores metode afsnit. Dernæst vil vi diskutere hvilke målsætninger og initiativer der er omkring fødevareemballage, bundet op på vores tidligere indsamlede teori og analyse. Til sidst vil vi præsentere vores produktdesign og dernæst konkludere på vores problemformulering. Overordnet er tilgangen til arbejdsspørgsmålene mere overordnet og vil blive inddraget løbende i vores afsnit og ikke stå som overskrifter på emnerne.

1.3 Problemfelt

Vores emne for dette semesterprojekt er relevant, da verden i dag kæmper med store udfordringer forbundet med plast i fødevareremballage og plast generelt. På globalt plan bliver der udledt omkring 400 millioner ton CO₂ om året fra plastaffald¹⁷, hvor en stor del af det kommer fra fødevareremballage. Grundt verdens store klimaproblemer, gør det vores emne aktuelt og samfundsorienteret, da det er et område, hvor der klart skal gribes ind, hvis vi skal have en forhåbning om at opnå vores klimamål. Samtidig skal der tages højde for, at fødevarersektoren og plastemballage udbyder millioner af arbejdspladser på globalt plan, der ved en omstrukturering af vores plastforbrug skal iværksættes i andre sektorer. Dette gør problematikken med plast og især plast i fødevareremballage interessant, og hvorfor vi har valgt at have fokus på dette.

2. Semesterbinding

I dette afsnit vil vi beskrive hvordan Design og Konstruktion faget forankres i vores projekt, og hvordan vi inddrager Subjektivitet, Teknologi og Samfunds-dimensionen.

2.1 Design og Konstruktion

I vores projekt har vi fokus på design/redesign, derfor har det været oplagt at skrive i dimensionen Design og Konstruktion. Design skal forstås som en håndtering og løsning af problemer, og vi har derfor gjort brug af de metoder, der er blevet præsenteret igennem pensum fra Design og Konstruktion til at løse vores problemformulering.

Vi har blandt andet arbejdet med SPRINT, Colour Cognitive Mapping, Storyboard og Affordance til at udvikle og indsnævre vores problemformulering samt til at udforme vores produkt. I designvidenskab ser man på udviklingen og evalueringen af processer, systemer og artefakter. Vi har set på hvilke processer og systemer, man ser i plastindustrien i dag. Med den viden, samt de nævnte metoder, har vi været igennem flere iterationer for at finde en designløsning. Vi har gjort brug af FEDS til at evaluere vores design løbende.

¹⁷ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission.

2.2 Subjektivitet, Teknologi og Samfund

I Subjektivitet, Teknologi og Samfund (STS) lærer man om de humanvidenskabelige metoder og teorier. Vi har gjort brug af metoden ”Ekspertinterview”. Vi har interviewet henholdsvis Thomas Budde Christiansen og Mathias Hvam som vil blive præsenteret i metodeafsnittet. Med deres ekspertise har vi fået et større indblik i fødevareremballage, samt håndteringen af plast indenfor fødevarer. Oveni har de været behjælpelige med hvilke udfordringer vi kan støde på, når vi laver et produkt med fokus på plast i cirkulær økonomi.

I STS er der fokus på den grønne omstilling. Der er ressourcemangel pga. samfundets overforbrug, og derfor skal der udtænkes en løsning. Vi har valgt at undersøge og gentænke vores fødevarer/plastemballage systemer med henblik på at finde en løsning på det ressourcespild, der er i dag.

3. Metode

3.1 Ekspertinterview

Vi har i løbet af vores projektarbejde udført to ekspertinterviews, som begge har bidraget til vores semesterprojekt på mange punkter. Herunder udformning af problemformulering, dannelse af nye vinkler på området, samt indsamling af viden, som ikke er tilgængeligt andetsteds. Det første interview var med Thomas Budde Christensen, som er forsker i blandt andet cirkulær økonomi. Det andet interview var med Mathias Hvam, som er CSR’s Strategic Project Manager hos Coop. Vi vil i det følgende kapitel beskrive vores metode og proces til at udføre de to interviews, samt de overvejelser vi har gjort os undervejs.

3.1.1 Thomas Budde Christensen

Efter at have udformet vores første problemformulering vidste vi, at vi skulle have fat i en ekspert, som kunne bringe os nærmere på det egentlige problem ved genanvendelse af plast. På daværende tidspunkt havde vi allerede fokus på cirkulær økonomi. Vi forsøgte derfor at finde frem til nøglepersoner indenfor omstilling til en cirkulær økonomi, som kunne være relevante at inddrage i vores semesterprojekt igennem et interview.

På workshopforløbet ”Fremtidens energisystemer” foreslog en af underviserne os at kontakte

Thomas Budde Christensen. Thomas Budde Christensen forsker indenfor Cirkulær Økonomi, hvor han blandt andet arbejder med ressourcer, affald, herunder plastaffald, og bæredygtig produktion. Allerede her stod det klart, at han var en relevant forsker at inddrage i vores projekt, samt at han kunne hjælpe os med at danne en viden omkring plast i en cirkulær økonomi. Vi kiggede derefter på hans seneste arbejde som forsker, hvoraf plast tydeligt indgik. På den måde var hans litteratur også oplagt at tage brug af. Vi kontaktede ham derfor hurtigst muligt og forholdsvist tidligt i projektet, da vi havde forhåbninger om at interviewet blandt andet kunne føre os tættere på en specifik problemformulering.

Før vi strukturerede vores interviewguide, havde alle i gruppen læst relevant litteratur af Thomas Budde Christensen. Til selve interviewet tog vi udgangspunkt i publikationen ”*A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*”¹⁸, som er den seneste publikation Thomas Budde Christensen har været inde over, men mest af alt berørte artiklen plast i en cirkulær økonomi. På den måde dannede vi os en ide om Thomas’ ekspertise indenfor cirkulær økonomi, med plast i fokus. Det gav os et grundlag for vores spørgsmål, så vi ikke stod på bar bund under interviewet. Derefter benyttede vi Interviewguiden som metode til at strukturere vores interview. Interviewguiden blev introduceret til os under vores 5. forelæsning i Basiskursus 2: Subjektivitet, teknologi og samfund. Inden denne forelæsning havde vi læst samtlige kapitler fra bogen ”*Interview: Introduktion til et håndværk*” af Steinar Kvale¹⁹. I bogen beskrives interviewguiden således: ”²⁰. Vi greb Interviewguiden an ved at afholde to ”skrive-sessions”, hvor spørgsmålene skulle formuleres. Inden den første skrive-session, havde vi alle skrevet nogle spørgsmål hjemmefra. Derefter brainstormede vi videre på spørgsmålene i fællesskab ved hjælp af den viden, vi havde skabt os forinden. Grundet Thomas’ ekspertise formulerede vi vores spørgsmål så specifikt som muligt for forhåbentligvis at modtage nogle specifikke svar. Til den anden skrive-session, som blev afholdt kort inden interviewet, havde vi igen videreformuleret på vores spørgsmål på forhånd. Derefter skrev vi videre på dem i fællesskab. Til sidst inddelte vi spørgsmålene i de emner, vi gerne ville berøre under interviewet med Thomas Budde Christensen. Vi kom frem til følgende emner:

¹⁸ Rosenberg Johansen, M., Budde Christensen, T., Marilou Ramos, T. & Syberg, K. (2022, 15. januar). *A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*. Journal of Environmental Management.

¹⁹ Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). 7. Udførelse af et interview. I: *Interview: introduktion til et håndværk* (S. 143-160). Hans Reitzels Forlag.

²⁰ Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). 7. Udførelse af et interview. I: *Interview: introduktion til et håndværk* (S. 143-160). Hans Reitzels Forlag. S.151

1. Plast i fødevareemballage
2. Genanvendelse af plast
3. Virksomhedsperspektiv
4. Design af fødevareemballage

Ved at inddele vores spørgsmål i overemner kunne vi nemmere holde interviewet struktureret og lave en rød tråd. Det hjalp os ligeledes med vores analyse, da disse emner indgår i vores arbejdsspørgsmål.

Formålet med interviewet var at danne os kvalitativt empiri, som ikke kunne indsamles andetsteds. Dette skulle hjælpe os med at videreudvikle vores problemformulering og arbejdsspørgsmål for at komme tættere på de nuværende problemer i genanvendelse af plast. Dette lykkedes i den grad, men interviewet blev på nogle punkter meget overordnet. Dette kunne vi have undgået ved at formulere vores spørgsmål endnu mere specifikt, hvilket var svært da emnet på daværende tidspunkt var nyt for os. En anden måde at takle dette på, kunne være igennem et opfølgende interview, som kunne have taget sted et par uger efter det første. På den måde kunne man have udformet et nyt interview baseret på den empiri og teori, som vi havde dannet os længere inde i projektet og semesteret.

3.1.2 Mathias Hvam

Efter at have færdiggjort Thomas Budde Christensens interview, begyndte vi at tænke over andre nøglepersoner og aktører indenfor plast, som kunne være relevante at inddrage. Vi havde mange overvejelser. De omhandlede blandt andet at lave et casestudie, hvilket vi vil komme ind på senere i dette metode-afsnit. Da vi undersøgte dette, begyndte vi at undersøge relevante aktører fra et virksomhedsperspektiv. Vi stillede os selv spørgsmålet ”hvem designer og sælger fødevareemballage af plast i dag?” Dertil ville vi foretrække at finde nogen, der havde en grøn tilgang til design af fødevareemballage. Under vores interview med Thomas Budde Christensen nævnte han flere relevante nøgleaktører, blandt andet Mathias Hvam. Mathias Hvam er CSR Strategic Project Manager hos Coop. Han har blandt andet udarbejdet guiden ”*Sammen kan vi skabe verdens mest bæredygtige emballage*”²¹ som er udgivet af Coop. Ideen bag interviewet var flere ting. Én af dem var at danne os et billede af, hvor meget genanvendelse af plast fylder hos store leverandører af emballage. Derudover havde vi også i tankerne at præsentere vores produkt for

²¹ Coop. (s.d.). *Sammen kan vi skabe verdens mest bæredygtige emballage* [Guide].

Mathias Hvam i håb om at få en form for designevaluering. Vi kontaktede Mathias Hvam, præsenterede vores projekt og spurgte, om han havde lyst til at lade sig interviewe. Derefter gik vi i krig med endnu en Interviewguide med samme metode som ved vores interview med Thomas Budde Christensen. Denne gang havde vi inddelt interviewet i følgende emner:

1. Regulering af plast i emballage
2. Coop's plaststrategi
3. Designevaluering

Sammenlignet med vores første ekspertinterview var vi nu langt inde i vores projekt, hvilket gav os mulighed for at formulere nogle endnu mere præcise spørgsmål. Sammenligner man vores to ekspertinterviews, så kan dette også nemt ses. Interviewet med Mathias Hvam kommer derfor mere i dybden end vores tidligere interview med Thomas Budde Christensen. Interviewet med Mathias Hvam bidrog i stor grad til at besvare vores arbejdsspørgsmål, men vi lavede også en designevaluering, som satte rammerne for vores design. Vi vil komme nærmere denne designevaluering senere i vores metodeafsnit.

3.2 FEDS

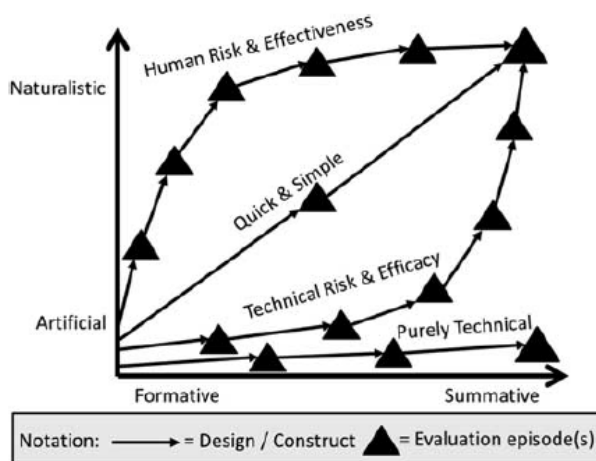
Som nævnt i vores foregående afsnit, har Mathias Hvam udover et ekspertinterview også bidraget med to løbende designevalueringer. Det har vi gjort med udgangspunkt i FEDS (a Framework for Evaluation in Design Science Research), hvor vi, igennem formativ og summativ evaluering, løbende har evalueret og forbedret vores design til et endeligt produkt igennem i alt 3 iterationer.

FEDS blev introduceret til os under vores 4. forelæsning i faget Design og Konstruktion. Her blev vi præsenteret for et research essay under navnet ”*FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research*”²², hvor FEDS formål beskrives således: “*FEDS was designed to help DSR researchers, especially novices, decide on an appropriate strategy or strategies for evaluating the outcomes of the build activity in DSR.*”²³. Det er altså en metode til at udvikle en evalueringsstrategi, som er passende til det enkelte design. FEDS præsenterer 4 forskellige

²² Venable, J., Pries-Heje, J. & Baskerville, R. (2016). *FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research*. European Journal of Information Systems.

²³ Venable, J., Pries-Heje, J. & Baskerville, R. (2016). *FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research*. European Journal of Information Systems. S.80

strategier, som kan tunes alt efter det enkelte design. De 4 strategier er følgende: *Quick & Simple*, *Human Risk & Effectiveness*, *Technical Risk & Efficacy* og *Purely Technical Artefact*”²⁴. Hvor det enkelte design passer ind blandt de 4 strategier, vurderes ud fra designets omstændigheder, såsom økonomiske udfordringer og mulighed for at evaluere blandt de egentlige brugere.²⁵ Vi har ud fra FEDS vurderet at gå med strategien ”*purely technical artefact*”. Brugen af denne strategi beskrives i essayet som følgende: ”... *the Purely Technical strategy is used when an artefact is purely technical, without human users, or planned deployment with users is so far removed from what is developed to make naturalistic evaluation irrelevant.*”²⁶ Vi er netop gået med denne strategi, da vi grundet vores designs omstændigheder ikke har mulighed for at udvikle en potentiel prototype eller lignende, med det formål at evaluere blandt den egentlige forbruger. Årsagen til dette bunder i de tekniske udfordringer ved at produktion af plastemballage. Derfor har vi måtte lave et ”kunstigt” produkt, som løbende er blevet evalueret af Mathias Hvam. Vores produkt vil potentielt kunne videreudvikles fra den kunstige fase til noget som placeres i en af de andre 3 strategier, forudsat andre omstændigheder.



²⁴Venable, J., Pries-Heje, J. & Baskerville, R. (2016). *FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research*. European Journal of Information Systems. S.82

²⁵ Venable, J., Pries-Heje, J. & Baskerville, R. (2016). *FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research*. European Journal of Information Systems. S.82

²⁶ Venable, J., Pries-Heje, J. & Baskerville, R. (2016). *FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research*. European Journal of Information Systems. S.82

Figur 1. Eksempel på de forskellige evalueringsstrategier fra FEDS. *FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research.*²⁷

Vores design følger som sagt ”Purely Technical”, evalueringsstrategien kan ses på fig. 1. Vi har ligesom vist på fig. 1 også været igennem 3 iterationer, det kræves dog ikke at man følger modellen til punkt og prikke. Der er derfor muligheder for at lave flere evalueringsepisoder, samt bevæge sig forskelligt mellem det kunstige og naturlige. Vores første iteration, som blev udarbejdet i den første halvdel af projektet, skabte vi ved hjælp af forskellige metoder såsom CCM og Story-Board, som vi vil komme nærmere senere i metode-afsnittet. Dette var en formativ evaluering, da vores design stadig var under udvikling. Vores anden iteration, som vi udarbejdede midt i projektet, var en formativ evaluering baseret på en designevaluering med Mathias Hvam. Vores tredje og sidste iteration var ligeledes baseret på en designevaluering med Mathias Hvam, denne gang var det dog en summativ evaluering, da vi her rundede vores produkt af med det endelige design. FEDS har givet os et godt grundlag for hvilke målsætninger og rammer, vi skulle sætte for vores design og evaluering deraf.

3.3 Sprint

Sprint er en kreativ metode²⁸, som vi har gjort os bekendte med i Design og Konstruktion. Sprint-metoden består af en masse hurtige arbejdsprocesser fordelt over 5 dage. Sprint er derfor særdeles brugbar i situationer, hvor der er mangel på tid, eller hvor man står stille i en arbejdsproces.

Dag 1 – Mindmap.

Dag 2 – 3 min. Stemmeovervejelse.

Dag 3 – Storyboards.

Dag 4 - Produktion af en prototype til at illustrere de visuelle egenskaber.

Dag 5 - Feedback via interviews fra forbruger og afsættelse af produktets fremtid.

Sprint-metoden tvinger gruppen til at fokusere på de vigtigste problemer og spørgsmål. Det giver gruppen en hurtig mulighed for at ridse overfladen på et “færdigt” produkt. Det betyder at udviklere i sidste ende sparer ressourcer som tid, penge og arbejdskraft. Oveni får de indsamlet en masse

²⁷ Venable, J., Pries-Heje, J. & Baskerville, R. (2016). *FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research*. European Journal of Information Systems.

²⁸ Pries-Heje, J. (2021, 21. oktober). *Kreativt design*. Slide 28-45

viden fra de forskellige arbejdsprocesser og god feedback fra personlige interviews med potentielle forbrugere.²⁹

Vi syntes, at der var nogle dele af Sprint-metoden, som kunne være velegnet at bruge. F.eks. brugte vi mindmappet til at indsnævre vores emne, udarbejde problemformuleringen og finde relevante arbejdsspørgsmål. Samt brug af storyboard til at vise forbrugerrejsen.

3.4 Coloured Cognitive Map

Til Design og Konstruktion kurset blev vi bekendt med metoden Colour Cognitive Map – forkortet til CCM³⁰. Det bliver også kaldt for et problemkort. Det er en langvarig arbejdsproces, som går i dybden med en gruppes selvvalgte problemformulering. Det går også i dybden med hvilke årsager, konsekvenser og løsninger, der opstår som følge af problemet.

Vi tænkte at CCM var en oplagt metode at anvende i vores opgave. Den gav et dybere indblik og perspektiv i vores projekts emner. Vi fik undersøgt det, både i en indsnævret sammenhæng og i et udvidet perspektiv.

I praksis startede vi med at udfylde den negative sektion i røde bobler, der refereres til som ”nodes”. På et A4-papir tegnede vi en rød node og skrev hovedproblemet i midten af papirarket. Derefter tegnede vi noder foroven og forneden. Noderne i bunden er årsager til problemet i midten. De øverste noder er symptomer som følge af problemet i midten. Vi diskuterede efterfølgende om de forskellige led til årsager og symptomer. Til sidst forbandt vi årsagen til problemet, og de symptomer som var en konsekvens af problemet. Bagefter udfyldte vi den positive sektion. Det er i et modsat perspektiv af den negative sektion, hvor vi i stedet identificerer samtlige mulige løsninger til problemet.

3.5 Storyboard

Storyboard³¹ er endnu en metode tilknyttet til Design og Konstruktion. Metoden kan kobles sammen med andre metoder som Sprint og CCM. Det er en visuel illustration, der forklarer forbrugerrejsen for et produkt eller en proces i praksis. Illustrationen skal vise en mulig løsning til

²⁹ Productivity Game. (2016, 20. maj). *SPRINT by Jake Knapp, John Zeratsky, Braden Kowitz | Animated Summary* [Video].

³⁰ Pries-Heje, J. (2021, 18. oktober). *Analytisk design*. Slide 7-50

³¹ Pries-Heje, J. (2021, 21. oktober). *Kreativt design*. Slide 47-50

et problem ved at anvende ens kreativitet i form af en kort, men detaljeret paneltegnning.

Vi følte at Storyboard-metoden ville være en arbejdsproces, hvor vi kunne identificere mulige design- og produkt-løsninger til kerneproblemet i vores semesterprojekt. Det giver et godt overblik over arbejdsprocessen, som gør produktet mere håndgribeligt. Den visuelle illustration af forbrugerrejsen viser hvordan et færdiglavet produkt kommer til at se ud. Det kan også vise en proces, som løser et problem. Til denne fremgangsmåde brugte vi dele fra Sprint-metoden. Vi afsatte tid til at hvert gruppe-medlem tegnede deres egne storyboards om forbrugerrejsen. Derefter fremlagde vi det for hinanden og fik tid til at reflektere på hvilket storyboard, der var mest ideel for vores projekt. Vores justeringer ændrede sig løbende i takt med indhentning af empiri i skriveprocessen og fra feedback.

3.6 Affordance

Affordance er et begreb vi har tillært os fra Design og Konstruktion. Det engelske ord afford betyder at “give, yde, afgive eller frembyde.”³² Affordance blev brugt for første gang af den amerikanske psykolog J. J. Gibson³³ til at beskrive de mulige interaktioner mellem verden og aktører. Aktørerne er i denne kontekst, mennesker og dyr og verden er omgivelserne som de befinder sig i. Mens Donald Norman (1999) mener at affordance er behandlingsprocessen, hvor den visuelle repræsentation af objektet giver en opfattelse af objektets besiddende egenskaber.

Affordance er det visuelle fingerpeg på et designs anvendelse. Det skal være lige til at forstå anvendelsen og formålet af designet, så der undgås utilsigtede anvendelse af designet. F.eks. kan et godt design-affordance være hanken på en kop. Hanken på koppen antyder at hånden tager fat dér. Dermed er der et gap mellem hånden og den varme eller kolde overflade, som ikke kommer i kontakt med hånden.

Så et godt affordance er at designet er brugervenligt. Designet skal pege på hensigten og anvendelsen, bare ved at kigge på udseendet af designet. Dårlig affordance er, når der skal anvendes en brugervejledning eller en form for guidance. Det kan f.eks. være en dør, som ikke har en hel konkret visuel fremvisning om døren skal skubbes eller trækkes.

³² Pries-Heje, J. (2021, 21. oktober). *Kreativt design*. Slide 21-22.

³³ Norman, D.A. (1999, maj/juni). *Affordance, conventions, and design*. Interactions. S. 39

Vi har anvendt affordance i anledningen af vores produktdesign i opgaven til at producere et mere brugervenligt produkt, for at få sorteringsanlæg til at sortere mere effektivt. Dermed indgår der flere produktmaterialer til genanvendelse af plast i en cirkulær økonomi.

3.7 Fravalg af metoder

Under vores projekt, har vi gjort os et utal af overvejelser ift. metode og teori. Det er midlertidigt ikke muligt at nå omkring dem alle, da vi også skal følge en tidsplan med deadlines. Vi vil i de følgende punkter komme omkring relevante metoder, som vi måtte fravælge under vores projekt.

3.7.1 Spørgeskemaundersøgelse

Vi havde tidligt i vores projekt overvejet at udarbejde et spørgeskema, som vi derefter ville finde respondenter til online. Ideen var i første omgang at spørgeskemaet skulle omhandle forbrugervaner omkring plast. Dette bevægede vi os dog hurtigt væk fra, da vores problemformulering og arbejdsspørgsmål blev omskrevet. Derefter havde vi i tankerne at udføre en spørgeskemaundersøgelse, som skulle fungere som en form for designevaluering af vores produkt. Dette kunne vi gøre ved at sende et storyboard ud med en læsebeskrivelse, samt en præsentation af vores produkt med skitser. Hertil ville vi lave spørgsmål, der omhandlede brugerens mening om vores design. Målet ville være at samle alsidige svar fra flere, forhåbentligvis hundrede, respondenter i håb om at kunne forbedre vores design. Vi blev nødsaget til at fravælge dette af flere årsager, men primært grundet mangel på tid. I stedet valgte vi at opsøge en designevaluering fra Mathias Hvam, som beskrevet ovenfor.

3.7.2 Casestudie

Vi havde siden vores problemformuleringsseminar haft i tankerne at lave en casestudie. I første omgang havde vi i tankerne at række ud til genbrugspladsen Argo med henblik på at udføre et forskningsinterview. Målet ville være at dykke ned i, hvordan de behandler plast til genanvendelse. Vi ville derefter kigge på, hvor det går galt i den nuværende sortering, siden vi kan konstatere, at vi genanvender så lidt plast i Danmark³⁴. Det ville ligeledes kunne danne et grundlag for os, hvorpå vi kunne forbedre den nuværende metode til sortering på genbrugspladser. Vi fravalgte primært et casestudie, da vi vurderede, at vores ekspertinterviews gav os god dybde på emnet.

³⁴ Miljø- og Fødevareministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.8

4. Plast i et cirkulært perspektiv

4.1 Den cirkulære økonomi

I dette afsnit bruger vi udvalgte kilder til at redegøre for begreber og teorier, som forklarer hvad cirkulær økonomi er, samt nogle af de udfordringer der er ved overgangen fra lineær til cirkulær økonomi. Desuden redegør vi for, hvordan plast kan tænkes ind i cirkulær økonomi.

Vi står på en brændende platform. Den stigende velfærd og det stigende forbrug øger efterspørgsel på verdens ressourcer. Udover det, øger det affaldsmængderne, så der er behov for en indsats.

Cirkulær økonomi er idealet om at ingen ressourcer skal blive til affald, men vende tilbage i et kredsløb som en ressource. Man kan dog ikke gå fra lineær økonomi til cirkulær økonomi i et spring - det er en proces. Mange af verdens lande har set nødvendigheden af at tilslutte sig mål ift. en bæredygtig udvikling. Politisk er der også et stort fokus på bæredygtig udvikling og cirkulær økonomi. Den kommende regulering på området og forventningen om kommende krav til virksomheden om en bedre ressourceudnyttelse gør, at der er mange initiativer i gang³⁵. Plast har igennem mange år været et praktisk materiale med mange gode egenskaber, og det er derfor meget populært. Men netop pga. den lange holdbarhed, nedbrydes plast meget langsomt og ophobes i naturen. Det betyder at plastforureningen er meget synlig, og plastproblemet har bl.a. derfor fået et stort politisk fokus. Vi mener, at der mange ressourcer at spare ved at lave fokuserede indsatser på plastområdet. En stor del af den plast der smides ud til daglig, er fødevareemballage. Derfor vil vi i dette projekt se nærmere på mulighederne for at designe en fødevareemballage, så den er let at genanvende. Én af de dagligvarer vi køber meget, er kød. Fødevarsikkerhed stiller høje krav til materialerne, der anvendes, men kan det alligevel ikke lade sig gøre at designe emballage til kød på en måde, så den plast der anvendes, kan genanvendes?

I løbet af de seneste år er der kommet fokus på det ressourcespild, der er i plastindustrien³⁶. En løsning kan være at sørge for at plast som ressource holdes i et cirkulært kredsløb, hvor platen genanvendes så længe som muligt. Den cirkulære økonomi åbner op for potentielle økonomiske markeder i forskellige industrier, der specialiserer sig i de områder. Såsom plastproduktproducenter, teknologiudvikling af sortering- og genanvendelsesmetoder, indsamlere, sorteringsanlæg og

³⁵Miljø- og Fødevarerministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.25

³⁶ Miljø- og Fødevarerministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.16-17

genanvendelsesvirksomheder, der sælger den granulerede affaldsplast til både danske og udenlandske producenter.³⁷

4.2 Er vi der hvor vi gerne ville være i Danmark?

Cirkulær økonomi er en bæredygtig løsning til vores fremtids ressourceudfordring. Det er et kredsløb, som forlænger et produkts livscyklus ved at genbruge eller genanvende materialerne i forskellige loops og dermed holde materialerne i kredsløbet så lang tid som muligt.

Vi genanvender i Danmark ca. en tredjedel af alt plastemballage. Det bringer Danmark i den dårligste fjerdedel af de europæiske lande³⁸. En af grundene til at Danmark ligger i bunden på genanvendelse er, at man i Danmark bruger affald til energiudnyttelse³⁹. Der har således hidtil ikke været et incitament til at skifte til et cirkulært kredsløb for plast, da plast ikke har været en knap ressource og størstedelen af plastaffaldet i Danmark bliver omdannet til elektricitet og varme. Det kan dog godt lade sig gøre at sortere og genanvende på nogle områder. I Danmark genanvendes 64% af industriel plastemballage, hvilket placerer Danmark som fjerdebedst ud af 30 europæiske lande på det område⁴⁰. På husholdningsemballage har Danmark den laveste genanvendelsesprocent ud af de 30 europæiske lande. Den placering harmonerer ikke med de ambitioner og forpligtigelser Danmark har ift. at genanvende 50 % af al plastemballage i 2025.⁴¹ . Derfor har vi valgt at undersøge, hvorfor Danmark ligger så lavt på netop husholdningsemballage, og om det kan forbedres⁴².

I den danske ressource strategi “Danmark uden affald”⁴³ fremgår det at husholdninger i 2022 skal genanvende 50% af deres affald. Det er mere end en fordobling i forhold til 2011. Miljøministeriet og Kommunernes Landsforening har derfor indgået i et samarbejde til at opnå denne målsætning afsat til 2022. Derfor skal der ske drastiske ændringer i håndteringen af plastaffald, og der skal

³⁷ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S. 12

³⁸ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.5

³⁹ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.5

⁴⁰ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.5

⁴¹ Miljø- og Fødevarerministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.8

⁴² Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.5

⁴³ Miljøministeriet. (s.d.). Danmark uden affald: strategi & ressourceplan. *Miljøstyrelsen*.

gøres op med tankegangen om at energiuudnyttelse via forbrændingsanlæg er miljørigtigt⁴⁴. Vi vil undersøge hvordan plast kan indgå i et cirkulært kredsløb, og hvilke udfordringer det bringer med.

4.3 Rethink, redesign, reduce, reuse, recycle

Udgangspunktet i en cirkulær økonomi er at forsøge at holde ressourcerne i et kredsløb med den højeste værdi så længe som muligt.⁴⁵

Vi skal udtænke en måde hvorpå den lineære forretningsmodel, forstået som: udvind, fremstil, brug og smid væk, kan erstattes med en cirkulær model, hvor der i en ideel verden ikke vil være et ressourcestab.⁴⁶

Cirkulær økonomi starter i produktdesignet. Producenten skal i designet inkorporere at produktet let skal kunne skilles ad, så alle komponenterne i produktet kan genbruges eller genanvende og dermed indgå i en cirkulær økonomi. For at designe et produkt skal producenten forholde sig til hvad produktet skal bruges til, hvor længe det skal holde, hvilke typer af materialer der vil være optimale, hvordan det bedst og mest miljørigtigt kan transporteres og meget mere. Et godt cirkulært design afhænger således først og fremmest af hvad produktet skal anvendes til.⁴⁷

4.3.1 Ellen MacArthur foundation

Ideen om cirkulær økonomi er der blevet udviklet på siden 1990, men det er først blevet alment kendt og udbredt gennem Ellen MacArthur Foundation, som blev stiftet i 2010⁴⁸. Derfor har vi valgt at inddrage Ellen MacArthur foundations' sommerfugle model (fig. 2).

Her uddybes de forskellige muligheder for genbrug og genanvendelse, og det gøres visuelt, hvad der er mest miljørigtigt. Vi tager udgangspunkt i de tekniske kredsløb, som er den højre del af sommerfuglen, da det er mest relevant for vores opgave. Ud fra figuren kan man aflæse at jo mindre cirkel, jo færre steps skal man igennem i produktionsprocessen og dermed anvendes også mindre energi og ressourcer⁴⁹. Her kan man se, at det mest miljørigtige er, at et produkt har en lang levetid,

⁴⁴ Dansk Industri. (s.d.). *Fokus på plast*.

⁴⁵ Miljøministeriet. (s.d.). *Om en cirkulær økonomi*.

⁴⁶ Landini, C. & Snedden, A. (2021, 23. juni). *Circular economy: Rethink, redesign, reduce, reuse, recycle*. Cleanaway.

⁴⁷ Rosenberg Johansen, M., Budde Christensen, T., Marilou Ramos, T. & Syberg, K. (2022, 15. januar). *A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*. Journal of Environmental Management. S. 2

⁴⁸ Vugge til Vugge. (s.d.). CIRKULÆR ØKONOMI.

⁴⁹ Carl, A. (2018, 15. januar). *Cirkulær økonomi for begyndere: HOW. Green moves*.

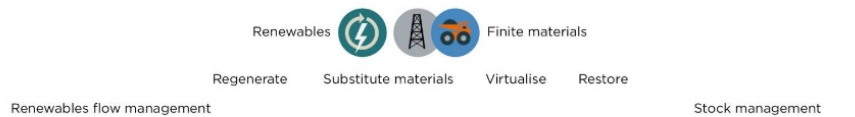
og at det er muligt at forlænge levetiden med vedligeholdelse. Nye forretningsmodeller kan også mindske ressourceforbruget. Eks. hvis vi i højere grad kan deles om de ting, vi ikke anvender så tit, som f.eks. biler, elektrisk værktøj som boremaskiner etc. Den næste cirkel er reparation. Her bliver produktet repareret og sendt tilbage i loopet. Den næste cirkel er genbrug af produktet eller dele af produktet, og den sidste er genbrug af materialerne, der indgik i produktet. Hele dette setup er vigtigt ift. at finde de bedste løsninger. Helt centralt er det, at man allerede i designfasen får indtænkt, hvordan produktet kan designes, for at det mest optimalt kan indgå i cirkulær økonomi. Allerede der skal man forholde sig til holdbarhed, mulighed for reparation, og hvordan det kan skilles ad, så materialerne kan bruges igen. Man skal i designfasen tage stilling til, hvilken cirkel produktet skal følge, og hvordan genanvendelsesprocessen kan optimeres. Derfor har det været vigtigt for os at se på denne model, og for at overveje hvilken cirkel vores produkt skal følge, samt hvilke udfordringer det kan medføre.

OUTLINE OF A CIRCULAR ECONOMY

PRINCIPLE

1

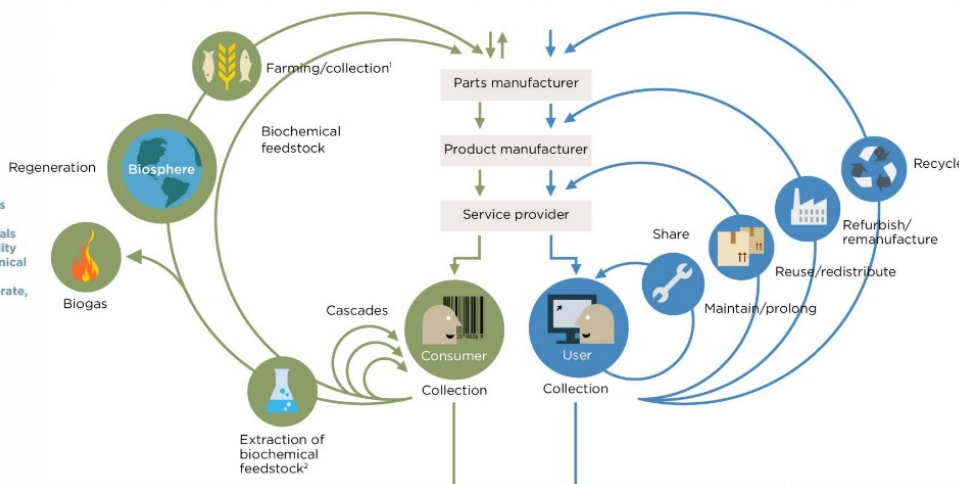
Preserve and enhance natural capital by controlling finite stocks and balancing renewable resource flows
 ReSOLVE levers: regenerate, virtualise, exchange



PRINCIPLE

2

Optimise resource yields by circulating products, components and materials in use at the highest utility at all times in both technical and biological cycles
 ReSOLVE levers: regenerate, share, optimise, loop



PRINCIPLE

3

Foster system effectiveness by revealing and designing out negative externalities
 All ReSOLVE levers

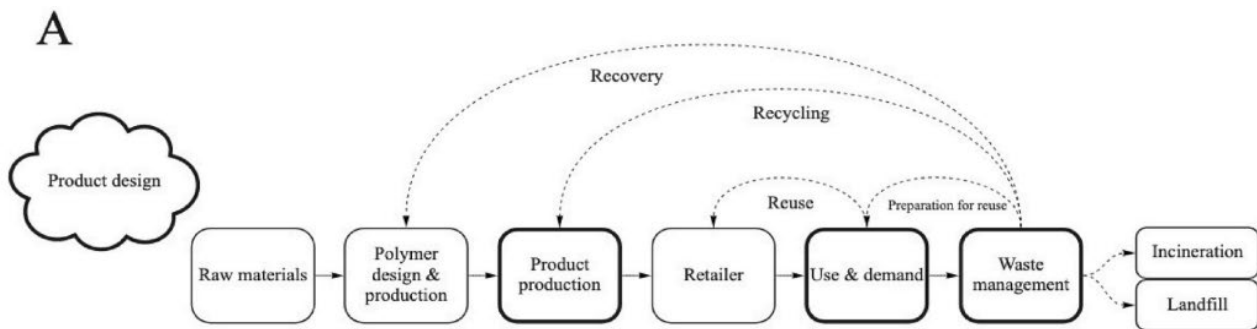


1. Hunting and fishing
 2. Can take both post-harvest and post-consumer waste as an input
 Source: Ellen MacArthur Foundation, SUN, and McKinsey Center for Business and Environment; Drawing from Braungart & McDonough, Cradle to Cradle (C2C).

Figur 2. CIRKULÆR ØKONOMI.⁵⁰

4.3.2 Værdikæden for plast

Vi benytter figur 3 til at forklare, hvordan plast kan indgå i cirkulær økonomi. Det første skridt er produktdesign, hvor producenter starter med at definere produktets funktionelle formål. Derefter vurderes hvilke plasttyper, der er egnede og kan opfylde formålet. Hver plasttype besidder forskellige egenskaber. De fleste plasttyper er kendetegnet ved at være lette og have en lang holdbarhed. Plast er et relativt billigt materiale, og derfor understøtter den nuværende prisstruktur ikke genanvendelse.



51

I designfasen er det vigtigt, at der tages højde for hvor mange plasttyper, der indgår i produktet. Da kompositplast er svært at genanvende, er det ofte mere omkostningsfuldt at genanvende end at sende det til energiudnyttelse og skabe ny plast. Det er derfor yderst vigtigt at produkter har et simpelt design i let adskillelige materialer, som møder designets funktionelle formål. Figur 3 følger principperne i Ellen MacArthurs sommerfugle model (Fig. 2). Den beskriver produktionsflowet fra udvinding af råmaterialer til produktion af polymerer og dernæst selve produktionen af plastproduktet. Plastproduktet bliver efterfølgende transporteret til en forhandler eller til en forbruger. Produktet bliver herefter anvendt og kasseret. Ved sortering bliver plasten indsamlet og sendt til et sorteringsanlæg. På sorteringsanlægget laves en yderligere og mere detaljeret sortering. Her skal det vurderes; er plastproduktet velegnet til genanvendelse? Skal det sendes til forbrænding for at skabe varme/elektricitet eller evt. til udlandet? Ofte er det billigere at brænde end at

⁵⁰ Vugge til Vugge. (s.d.). *CIRKULÆR ØKONOMI*.

⁵¹ Rosenberg Johansen, M., Budde Christensen, T., Marilou Ramos, T. & Syberg, K. (2022, 15. januar). *A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*. Journal of Environmental Management. S.2

genanvende beskidt plast og kompositplast, da det er ressourcetungt at nedbryde materialet og kvaliteten ofte efterfølgende er ringe.⁵² I Danmark anvendes energien fra affaldsforbrændingen til varme og elektricitet. En mindre ønskelige affaldshåndtering er deponering. I fremtiden skal deponering og forbrænding kun anvendes, hvor anden affaldsbehandling ikke er mulig. For at sikre at problematiske stoffer ikke bliver recirkuleret til nye produkter, kan det dog være nødvendigt at deponere eller forbrænde affald. Derfor er materialevalget allerede i designfasen meget vigtig, da det handler om at beholde materialer og ressourcer i det økonomiske kredsløb så længe som muligt. Fra boksen i figuren der hedder ”waste management”, er der pile der indikerer mulighederne for direkte genbrug, genanvendelse og genfremstilling. Ift. til vores fokus på emballage vil der typisk ikke være et direkte genbrug. Oftest vil plastproduktet blive genanvendt, eller genfremstillet. Hvis man kan lave et lukket loop, hvor producenten får produktet tilbage, vil de kunne genanvende plasten direkte i produktionen igen. Men ofte vil der være tale om en genfremstilling, hvor plastprodukter, der vurderes egnet, renses og nedbrydes til polymer. Desværre er der kvalitetstab ved at genanvende plast.

*“Genanvendt plastik af lavere kvalitet kan sagtens bruges til f.eks. trafikkegler og havemøbler, men ikke til fødevarer, hvor vi har de skrappeste krav til materialerne. Derfor kan vi ikke undgå produktion af ny plastik.”*⁵³ Thomas Fruergaard Astrup Professor DTU Miljø

Derfor indgår de genanvendte plastpolymerer i praksis næsten altid sammen med jomfruplast, i et nyt produkt. Derefter går plasten tilbage i kredsløbet i form af et nyt produkt med genanvendt plast. Produktet transporteres til detailforhandler, derefter forbrugeren og kører atter rundt igen.

4.4 Dimensioner i cirkulær genanvendelse af plast

Den cirkulære økonomi er afhængig af 3 hovedområder for at kunne fungere⁵⁴. Miljø, teknologi og Marked. De 3 områder skal være i balance for at kredsløbet i den cirkulære økonomi kan løbe rundt.

⁵² Rosenberg Johansen, M., Budde Christensen, T., Marilou Ramos, T. & Syberg, K. (2022, 15. januar). *A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*. Journal of Environmental Management. S. 7

⁵³ Krull, L. (2019, 23. september). *(Halv)cirkulær økonomi: "Vi får ikke 100 pct. lukket plastikkredsløb"*. DTU.

⁵⁴ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.6

Da klodens ressourcer er knappe, stilles der store krav til anvendelsen af ressourcer og råmaterialer, hvis det skal ske på en bæredygtig måde. Derfor er der meget fokus på genanvendelse, fremfor at plastprodukter bliver brugt og smidt ud. Cirkulær økonomi for plast har primært fokus på at få de brugte materialer til at indgå nye produkter for at substituere brugen af jomfruplast. Dermed spares mængden af jomfruplast anvendt i produktionen.⁵⁵

I de tilfælde hvor omkostningerne til genanvendelsen overstiger udbyttet, og kvaliteten af genbrugsplasten er dårlig, vil der ikke være incitament for virksomhederne til at benytte det genanvendte materiale. Hovedproblemet er, at der ikke er en stor nok efterspørgsel på genanvendt plast, da kvaliteten er lavere end jomfruplast⁵⁶. Genanvendt plast, skal kunne konkurrere med prisen på jomfruplast, samt være af god nok kvalitet til det ønskede produkt⁵⁷. Et andet incitament kan være at indføre krav om anvendelse af genbrugsplast i produktionen. Det er vigtigt, at der er en forretningsmodel for virksomhederne for at få åbnet markedet op for genanvendelse af plast. Det er desuden vigtigt, at virksomhedernes konkurrencevilkår er ens for ikke at gøre nogen virksomheder inkompatible på et konkurrencemarked⁵⁸.

Et andet problem ift. at stille krav til mængden af genanvendt plast er, at producenterne skal være i kontakt med indsamlingsansvarlige og sorteringsanlæg for at sikre, at der er nok genanvendt materiale til produktionen.⁵⁹

Der skal altså både nogle gode sorterings- og genanvendelsesmetoder til, for at kunne følge med udbuddet og efterspørgsel. De fleste genanvendelsesteknologier på nuværende tidspunkt er baseret på mekaniske ”open loop systems”. Den mekaniske genanvendelsesmetode er meget afhængig af kvaliteten og renheden af det indsamlede plast. I dag stiller denne udfordring store krav til hvordan indsamling af plast fra husholdninger bliver håndteret. Plastaffaldet er ofte beskidt kompositplast eller fejlsorteret plast der ikke kan genanvendes. Teknologien skal hjælpe med at optimere de nuværende sorterings- og genanvendelsesmetoder. Det skal reducere omkostningerne for

⁵⁵ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.11

⁵⁶ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.8

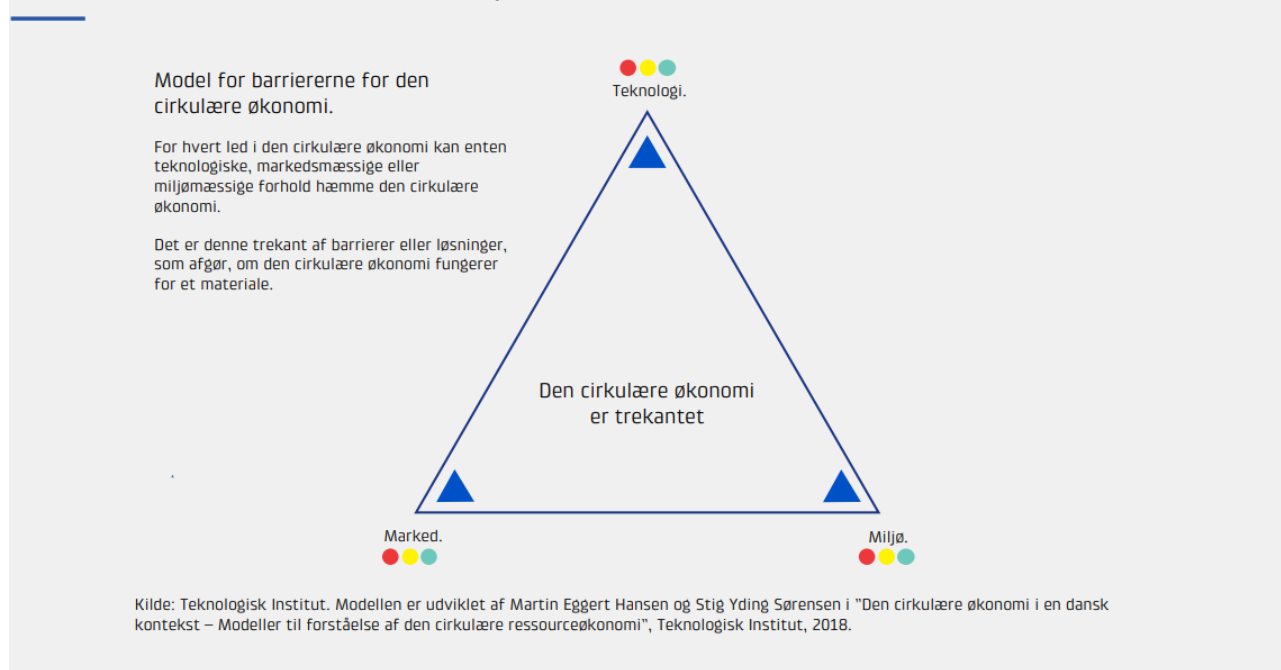
⁵⁷ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.11

⁵⁸ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.11

⁵⁹ Danish Crown. (2019, 4. juni). *55 millioner kødbakker bliver miljøvenlige*.

producenter, gøre det mere bæredygtigt for miljøet med minimalt miljøaftryk og optimere nyttiggørelsen af materialeforbruget⁶⁰.

FIGUR 1. DEN CIRKULÆRE ØKONOMI ER TREKANTET - ANALYSEMODEL



TEKNOLOGISK INSTITUT | CIRKULÆR RESSOURCE ØKONOMI I DANSK BYGGERI | 2019

61

4.5 Design og produktion i cirkulær økonomi

Én af de funktionelle egenskaber som plast produkter skal besidde, er holdbarhed. Plasten skal altså have god styrke og fleksibilitets evner for beskytte produktet under transport. Plasttyper såsom PP, PE og PET har gode egenskaber og er nemt at få loopet ind i en cirkulær økonomi. Det giver dem en højere værdi og er mere eftertragtede materialer. Plast er meget let og har en bred tolerance i både kolde og varme forhold. Derfor fungerer plast godt som emballage. Det er idealt for konsumeringsprodukter, som en beholder for drikkevarer og indpakning for fødevarer.

⁶⁰ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.11

⁶¹ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.6

I Sverige er der blevet fortaget en undersøgelse⁶² om hvorfor forbrugere fejlsorterer fødevareremballage og i hvilke sammenhænge. Undersøgelsens resultater blev inddelt i tre kategorier: emballagen identificeret som blødt plast, usikkerhed om hvorvidt det er plastmateriale og emballage der opfattes som besværligt at genanvende. Det viste sig at forbrugerne opfattede blødt plast som mindre værdifuldt og derfor ikke var værd at sortere. Usikkerhed omkring hvilke emballage er plast og ikke genkendelige materialer fik forbrugere til at sortere forkert. Til gengæld pegede den tredje kategori i fejlsortering på, at plastemballager som forbrugerne opfattede som besværlige eller omhandlede at de skulle yde en indsats for at sortere det korrekt gjorde, at de var langt mindre tilbøjelige til at sortere. Det kunne f.eks. være en blodig kødbakke, som forbrugeren ikke orker at gøre rent, eller fordi den lugter og tiltrækker insekter. Derfor blev den smidt ud så hurtigt som muligt, selvom forbrugerne godt vidste, at det er vigtigt at sortere plastaffald korrekt. Fejlsortering kan vurderes som et dårligt produktdesign.

Produktdesignet skal have en bestemt visuel præsentation for at give produktet en højere form for værdi, som får forbrugerne til at føle, at det er værd at købe og sortere korrekt⁶³. Dermed indgår der mere plast i en cirkulær økonomi, og den potentielle værdi for plast bevares i form af ressourcebesparelse i produktionen af nye produkter, fremfor at plastmaterialet bliver brændt og omdannet til varme og elektricitet.

Plast produktion består af flere processer⁶⁴, hvor en enkel plasttype eller flere sammensættes via smeltning. Derefter formes det i støbninger efter et design udkast. Der er to metoder til plast produktion afhængig af om det skal fremstilles med raffineret olie, men metoden er afhængig af plasttyperne og deres egenskaber. Derefter bruger man energi og vand til at ændre på plastens kemiske struktur, og på den måde skabes polymer. F.eks. en plast flaske fremstilles ved hjælp af høj varme og tryk for at nedsmelte plastpolymerer, som indsættes i en støbeform ud fra et design udkast. Herefter bliver temperaturen skruet op igen, og der bliver tilføjet luft. Efter en nedkøling udvider platen sig og platen kommer til at tage den ønskede designform.

⁶² Nemat, B., Razzaghi, M., Bolton, K. & Rousta, K. (2022, februar). *Design affordance of plastic food packaging for consumer sorting behavior*. Resources, Conservation and Recycling. S. 1, 4, 5

⁶³ Nemat, B., Razzaghi, M., Bolton, K. & Rousta, K. (2022, februar). *Design affordance of plastic food packaging for consumer sorting behavior*. Resources, Conservation and Recycling. S. 1, 4, 5

⁶⁴ This Is Plastics. *How Are Plastics Made?*. (s.d.).

Når et produkt har opnået sit funktionelle formål, sorteres det af forbrugerne. Derefter bliver plast affaldet kørt til et sorteringsanlæg. Der bliver igangsat en mere detaljeret sorteringsproces, hvor de forskellige plasttyper bliver vurderet ift. hvilke genanvendelsesmetoder, det er bedst egnet til.

4.6 De 4 genanvendelsesfaser

I figur 6 beskrives der 4 trin. Det primære, “closed loop” genanvendelse, benyttes i Danmark i det veletablerede pantsystem vi har for flasker, som Dansk Retursystem håndterer. Her ved man præcis hvilken plast man får ind og den kan derfor nemt genanvendes til det samme igen. Det er derfor et lukket kredsløb, og der går derfor kun få ressourcer til spilde. Denne løsning er effektiv, men også meget vanskelig, da det forudsætter et lukket kredsløb med de “rigtige” plastfraktioner og aktører involveret.

Den sekundære er et mekanisk “open loop”. Det er den plastemballage der genanvendes, men indsamles igennem en anden sorteringsordning end en bringeordning som pantsystemets. Man ved ikke præcist hvor plasten er kommet fra, men den bliver genanvendt. Her vil plasten ofte blive mere uren og vil derfor højst sandsynligt ikke blive genanvendt til noget af samme kvalitet igen. Det drejer sig f.eks. om fødevareremballage, der er underlagt strenge krav, og derfor er en ren plast af høj kvalitet, men da man ikke kan sikre sporbarhed, vil den efterfølgende formentlig blive genanvendt til kemikaliebeholdere, som ikke behøver den samme kvalitet⁶⁵. Det er altså et step ned i forhold til kvalitet, og sådan bliver det ved hver gang produktet genanvendes, så det til slut er så dårlig kvalitet, at det skal i en ”end phase”. Altså en slutfase hvor det enten bliver brændt eller biologisk/ kemisk genanvendt. Plasten vil altså blive genanvendt til den ikke længere har en kvalitet, der kan benyttes, og så vil den kunne blive benyttet i enten den tertiære eller kvartære genanvendelse.⁶⁶

Det tertiære trin er kemisk og biologisk genanvendelse, det er det næstsidste trin på modellen. Plasten vil her indgå i et nyt kredsløb af genanvendelige kemikalier, og på den måde vil det

⁶⁵ Coop. (s.d.). *Sammen kan vi skabe verdens mest bæredygtige emballage* [Guide]. S.6

⁶⁶ Rosenberg Johansen, M., Budde Christensen, T., Marilou Ramos, T. & Syberg, K. (2022, 15. januar). *A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*. Journal of Environmental Management. S.5

cirkulære kredsløb endnu bevares⁶⁷. Det er derfor en slutfase for plasten, men den vil indgå i et nyt cirkulært kredsløb som et kemikalie, eller anvendes i udvindingen af brændstof. Det er altså en måde at substituere til brugen af jomfruelige ressourcer⁶⁸.

Det sidste trin i modellen er den kvartære genanvendelse, som er energigenvinding. Det er eksempelvis via forbrænding. I Danmark bliver 65 % af fødevareremballageplast anvendt til energiudnyttelse på forbrændingsanlæg, og indgår derfor i "energi recovery".⁶⁹ Danmark har været god til at udnytte affald til energiudnyttelse og har en stor kapacitet til forbrænding. Derfor har der ikke været incitament til at øge genanvendelse tidligere. En mere miljørigtig løsning ville være, at mere af plasten genanvendes og forbliver så ren som mulige, så længe som muligt. Når kvaliteten er så forringet, at den ikke længere kan genanvendes, kunne forbrændingen være det sidste trin. I Danmark har man således traditionelt sprunget direkte til den kvartære genanvendelse, hvor der i fremtiden bliver behov for højere grad af genanvendelse. Den kvartære genanvendelse bør være det sidste trin. Det bliver også beskrevet som "end of life" fasen.⁷⁰

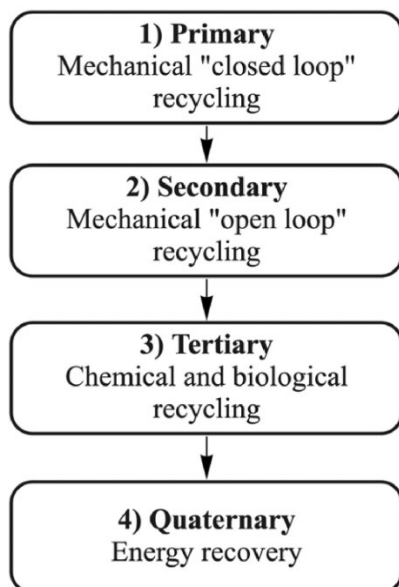
Det vil være relevant for os at se på den primære eller sekundære metode, og derefter hvordan plasten genanvendes. Denne model er også vigtig at have i forståelsen af det system, vi har i dag, og de mangler der er i det.

⁶⁷ Parker, T. (2020, 9. september). *How chemical recycling is changing the way plastic waste is disposed*. NS Packaging.

⁶⁸ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S. 9

⁶⁹ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.5

⁷⁰ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.9



A review of the plastic value chain from a circular

*economy perspective.*⁷¹

5. Hvilken regulering er der i EU og DK omkring fødevareremballager?

Vi vil i det følgende kapitel dykke ned i hvilke reguleringer, der er omkring fødevarer og genanvendelse i EU og Danmark. Dette vil vi blandt andet gøre ved at dykke ned i den danske regerings plasthandlingsplan under navnet ”*Plastik uden spild – Regeringens plastikhandlingsplan*”, som blev udarbejdet af Miljø- og Fødevarerministeriet i 2019. Vi vil også tage et kig på designguiden ”*Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere*”, som er udviklet af Plastindustrien i samarbejde med en række aktører indenfor området. Vi vil ligeledes kigge ind i relevant empiri fra EU på området omkring plast og tage udgangspunkt i EU’s egne tal og målsætninger for, hvor meget plast og indsamling der foregår.

5.1 EU’s regulering og kommende tiltag

Igennem en årrække har EU arbejdet med at omstrukturere vores klimaapproach og i den forbindelse også kigget på fødevareremballager, og hvilken indflydelse det har. EU og andre aktører

⁷¹ Rosenberg Johansen, M., Budde Christensen, T., Marilou Ramos, T. & Syberg, K. (2022, 15. januar). *A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*. Journal of Environmental Management. S.5

som diverse industrier har fastslået, at størstedelen af den plast der bliver produceret bruges som fødevareremballage. Fødevareremballage udgør 59% af al plastaffald produceret i EU. I alt produceres der 25,8 millioner tons plastaffald i EU⁷², hvor plastemballage alene udgør 15,2 millioner. Det er altså klart det område, der forkaster mest plast og også dér, hvor det er muligt at gøre meget for at formindske affaldsdelen. Til sammenligning er efterspørgslen/produktion af genanvendt plast kun 6% af EU's plast-efterspørgsel, hvilket udgør 2,9 millioner ton ud af 49 millioner ton, der er EU's efterspørgslen på plast⁷³. Det er blevet estimeret at plast-afbrænding udleder 400 millioner ton CO₂ om året. Ud af det ender 1,5-4% i havet hvert år, svarende til 5-13 millioner ton⁷⁴. Med tal så store er det nødvendigt at gøre noget, og EU arbejder også med at omdanne problematikken ved diverse målsætninger og andet tiltag. Desværre ikke i et specielt hurtigt tempo.

Igennem en række direktiver har de også formået at begrænse plast i fødevareremballage, men det man generelt kan sige er, at Europa Parlamentet har svært ved at vedtage målsætninger, da der er mange medlemslande, som skal være enige, og alles holdninger skal høres.

EU's sidste tiltag man har kunne tage at føle på, var et forbud mod engangsbestik lavet af plast, plasttallerkener, sugerør af plast, vatpinde af plast, ballonpinde af plast, oxo-nedbrydeligt plast, fødevarerbeholdere og ekspanderede polystyrenkopper⁷⁵. Det blev forbudt i 2021, og du har måske lagt mærke til, at man kun kan finde engangsbestik lavet af træfibre m.m. rundt omkring i supermarkedet.

Klimaet er et stort fokusområdet, også for Europa Parlamentet. Udover at gennemføre diverse forbud sætter de også målsætninger om hvor EU skal hen. Én målsætning de har sat, og som er stemt igennem, er et direktiv om at 90% af alle plastflasker skal være indsamlet i alle medlemslande i 2029. Ud af 560 MEP'ere stemte 35 imod og 28 undlod at stemme⁷⁶. Med så stort et flertal er det

⁷² European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S. 6.

⁷³ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S. 6.

⁷⁴ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S. 7.

⁷⁵ Europa-Parlamentet. (2019, 27. marts). *Europa-Parlamentet forbyder engangsplast i 2021* [Pressemeddelelse]. Europa-Parlamentet.

⁷⁶ Europa-Parlamentet. (2019, 27. marts). *Europa-Parlamentet forbyder engangsplast i 2021* [Pressemeddelelse]. Europa-Parlamentet.

altså tydeligt, at der er et ønske om at ændre procedurerne, men at udviklingen desværre er langsommelig og at målene kunne være mere ambitiøse. Der skal tages højde for at implementeringer på så stor en skala kræver meget omstrukturering i landene internt, og at det kan være svært for EU at håndhæve og allokere midler til projekter af denne størrelse.

De har også valgt at udvikle et producentansvar for bl.a. tobaksindustrien. Det skal være med til at lægge ansvaret for det enkelte cigaretskod smidt i naturen eller havet, væk fra forbrugeren og over på producenten. Det vil altså sige at producenten står til ansvar i stedet for den enkelte ryger. Også tobak, vil dette også gælde fiskeindustrien, hvor det ikke længere er den enkelte fisker, men producenten der skal stå til ansvar og betale for den forurening, der foretages. Europa Kommissionen estimerer at 80%⁷⁷ af alt havaffald er plast og at dette forbud vil reducere det med 70%.

En problematik af denne størrelse bliver nødt til at blive taget hånd om på globalt plan, da det bliver nemmere at gå uden om landes individuelle interessefelter og skabe fælles retningslinjer.

Europa Kommissionen arbejder også kraftigt på strengere krav og skriver dette:

*“The Commission has already proposed mandatory product design and marking requirements to make it easier and safer to dismantle, reuse and recycle electronic displays ... It has also developed criteria to improve recyclability of plastics in its Ecolabel and Green Public Procurement criteria (e.g. marking large plastic parts to facilitate sorting, designing plastic packaging for recyclability, and designing items for easy disassembly in furniture and computers.”*⁷⁸

Der vil altså blive stillet større krav til producenten, hvor hovedpointen er at sørge for at indpakning generelt er nemmere at skille fra hinanden og derved genanvende. En stor del af problematikken med genanvendelse af plast i dag er, at det består af mange forskellige plasttyper smeltet sammen. Dette kaldes kompositplast og er alt for dyrt at genanvende. Derfor vil dette tiltag fra EU Kommissionen forbedre mulighederne for at genanvende de enkelte dele i en indpakning betydeligt. Et andet fokusområde er at sørge for at fjerne strekkoder fra plasten, da dette (omend en nødvendighed) gør det utrolig svært at genanvende plasten. Mange af de strekkoder man ser i dag limes fast eller også sættes de direkte i plasten hvilket, ligesom kompositplast, gør det utrolig svært

⁷⁷ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S. 7.

⁷⁸ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S. 11.

at skille ad og genanvende.

Disse forhold, blandet med en usikkerhed om hvordan markedets udvikling vil foregå⁷⁹, holder store investeringer fra at blive lavet i genanvendelsessektoren. Større investeringer i sektoren ville øge innovation og udvikling, og derved gøre det mere attraktivt at “hoppe med på bølgen”.

Hvis man snakker om genanvendt plast i fødevareremballage, findes der et andet punkt, som der også skal tages højde for. Det drejer sig om fødevarer sikkerhed og holdbarhed. Det der opleves er, at holdbarheden på mange produkter sænkes ved at skifte til genanvendt eller mere miljøvenlig plast. EU Kommissionen er dog dedikeret til at godkende over hundrede sikre genanvendelses processer. Det skal gøres i samarbejde med European Food Safety Agency, hvor der også arbejdes på at lave en bedre karakterisering af de forskellige plasttyper for nemmere at kunne genanvende dem⁸⁰.

EU Kommissionen peger selv på, at de har haft succes med at genanvende plast på en større skala i automobil-industrien. Her beviste de, at kvalitet og kvantitet ikke nødvendigvis er et problem, hvis de rigtige investeringer bliver lavet⁸¹. EU Kommissionen har også givet et løfte om, at der i 2025 skal findes 10 millioner ton genanvendt plast i nye produkter⁸². Her har vi et delmål som også spilder ind i deres mål om at have indsamlet 90% af alle plastflasker i 2029, da vi må gå ud fra at en del af den plast der skal genanvendes, vil komme fra plastflasker.

EU opfordrer dog også medlemslandene til at være proaktive på området og selv sætte restriktioner på området. De skriver følgende:

*“The EU has already taken steps by setting requirements by Member States to adopt measures to cut the consumption of plastic bags and to monitor and reduce marine litter.”*⁸³

Der tages altså forbehold for at de enkelte lande selv skal være med til at løfte opgaven og på den måde fordre et bedre og mere bæredygtigt system. Den danske regering har givet sit bud på at løfte

⁷⁹ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S.6

⁸⁰ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S.12

⁸¹ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S.12

⁸² European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S.12

⁸³ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S.13

opgaven igennem deres plastikhandlingsplan, hvor 27 nye initiativer introduceres. Disse initiativer skal tilsammen sørge for en bæredygtig udvikling indenfor brugen af plast i Danmark, hvor genanvendelse som metode til en cirkulær økonomi er i højsædet⁸⁴. Alle disse 27 initiativer bidrager ligeledes til at opnå 10 af FN's 17 verdensmål fra 2017, samt EU's plaststrategi: *A European Strategy for Plastics In a Circular Economy*⁸⁵. Danmark følger i store drag EU's krav i forhold til plastemballage med enkelte undtagelser. Et af de initiativer som primært rettes mod emballageindustrien, er kravet om udvidet producentansvar for emballage⁸⁶.

5.2 Udvidet producentansvar

I regeringens plastikhandlingsplan forklares det udvidet producentansvar for emballage således:

*”Der indføres udvidet producentansvar for emballage fra 1. januar 2025. Producentansvaret skal fremme miljørigtigt design af emballager, herunder plastikemballage, samt sikre at emballage genbruges og genanvendes.”*⁸⁷ Regeringen melder her, at et udvidet producentansvar for emballage skal indføres fra 1. januar 2025. Producentansvaret udvikles stadig frem mod den komplette indførelse primo 2025, og derfor er regelsættet for producentansvaret ikke fastlagt endnu. Dette initiativ er ligeledes en del af EU's strategi for at få plast til at indgå i en cirkulær økonomi. Derfor er det ikke blot Danmark, som skal indføre dette, men på tværs af alle lande, som er medlem af EU. Grundet at den endelige udrulning først finder sted i 2025, er det altså ikke til at sige med sikkerhed, hvordan det vil fungere i praksis. Læser man designguiden *Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere*, så beskrives ideen bag det udvidet producentansvar således: *”Der skal være incitament til ecodesign i betalingsstrukturen således, at de der vælger at sætte emballager på markedet, som er svære at genanvende, betaler for denne genanvendelse og vice versa”*⁸⁸. Betalingen baseres altså på, hvor let eller svært det er at genanvende de enkelte virksomheders emballage. Hos Teknologisk Institut har de skrevet et indlæg, som beskriver, hvad der kan være i vente for virksomhederne når producentansvaret rulles ud. Her forklares

⁸⁴ Miljø- og Fødevareministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.15

⁸⁵ Miljø- og Fødevareministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.27

⁸⁶ Miljø- og Fødevareministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.27

⁸⁷ Miljø- og Fødevareministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.27

⁸⁸ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.13

virksomhedens forpligtelser således: ”Forpligtelsen betyder, at man som virksomhed bliver pålagt at foranstalte og betale for indsamling og genanvendelse af egne emballager, når disse bliver til affald.”⁸⁹ ydermere omfatter producentansvaret alle virksomheder, som pakker eller importerer deres produkter i emballage⁹⁰. Det betyder altså at virksomhederne selv kommer til at stå for regningen, når deres emballage bliver til affald og derefter skal håndteres. Dertil forklares det igen at gebyret, som virksomhederne skal betale, vil baseres på, hvor let genanvendeligt den pågældende virksomheds emballage er⁹¹. På den måde skabes der et incitament for virksomhederne til at designe lettere genanvendeligt emballage, da dette vil beskære deres omkostninger for håndtering. Tidligere har der ikke været et så stærkt grundlag for at designe let genanvendeligt emballage, da der ingen økonomisk gevinst har været for at genanvende plastemballage. Udvidet producentansvar er altså et af kravene, som kan føre Danmark mod sit genanvendelsesmål for plastemballage på 50% i 2025, hvor vi i øjeblikket kun genanvender 36% af plastemballage⁹². Målet på de 50% er sat i fællesskab med EU, hvor EU til sammenligning genanvendte 41% af alt plastemballage affald i 2019⁹³. Det er en stor indikator for at både Danmark og EU arbejder med de samme problematikker, når det kommer til genanvendelse af plast. For nu er der dog ikke andet for, end at slå koldt vand i blodet omkring hvordan det udvidet producentansvar præcist udrulles, da et krav som dette skal gennemarbejdes grundigt på tværs af regeringen og de berørte aktører.

5.3 Krav til plast i fødevareremballage

Størstedelen af de specifikke krav og reguleringer omkring plast i fødevareremballage er svært materiale at finde uden at dykke ned i EU lovttekster, og siden vores opgave omhandler en designløsning og ikke en juridisk tilgang til problematikken, har vi måtte afgrænse os på dette område. Et hurtigt indblik i hvilke reguleringer, der er gældende, kan findes i emballagedirektivet.⁹⁴ Her stilles krav til de materialer og stoffer, som bruges til emballagen for alle EU's medlemslande. Disse krav stilles både i hensyn til fødevarer sikkerhed, som at sikre holdbarhed og undgå

⁸⁹ Teknologisk Institut. (s.d.). *Udvidet producentansvar for emballage*. [Indlæg]

⁹⁰ Teknologisk Institut. (s.d.). *Udvidet producentansvar for emballage*. [Indlæg]

⁹¹ Teknologisk Institut. (s.d.). *Udvidet producentansvar for emballage*. [Indlæg]

⁹² Miljø- og Fødevarerministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.8

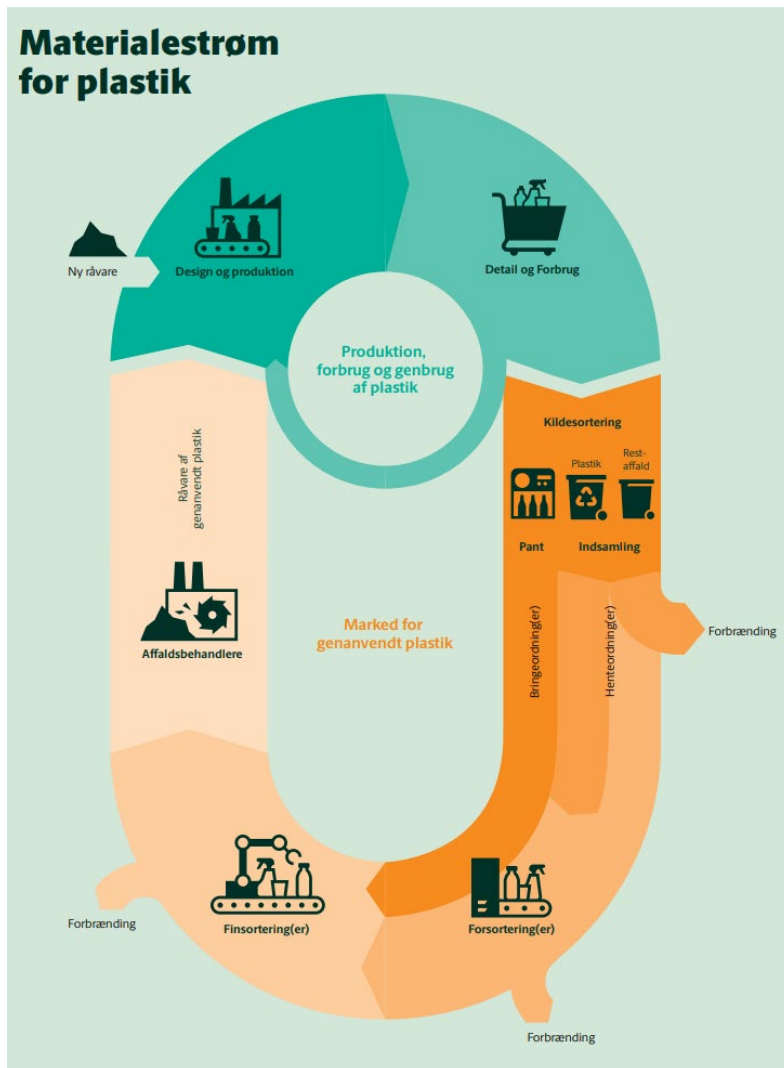
⁹³ eurostat. (2021, 27. oktober). *EU recycled 41% of plastic packaging waste in 2019*.

⁹⁴ Den Europæiske Union. (2020, 15. juni). *Emballage og emballageaffald* (RESUMÉ AF: Direktiv 94/62/EF om emballage og emballageaffald)

kontaminering, men også i hensyn til miljøet og en grøn omstilling. Ved siden af disse krav skal der dog også gøres en del designovervejelser for at ende med den rette emballage til genanvendelse.

6. Centrale faser i den cirkulære økonomi for plastemballage

Vi vil i dette afsnit tage udgangspunkt i de tre centrale faser, design, sortering og genanvendelsesfaserne i den cirkulære økonomis kredsløb, som er beskrevet i Figur 6.



95

Først bliver produktet designet. Her skal man for det ideelle design se på: forbrug, lever emballageplasten op til kravene, sikrer den holdbarhed og sælger den produktet. Herefter bliver produktet produceret og sendt ud til detailhandlen etc. Det er forbrugsfasen, hvor den første del af sorteringen begynder med kildesortering. Efter forbruger har benyttet produktet i plastemballagen, sorterer de det enten ved at tage det fra til pant, som er en brugsordning. Ellers sorteres plasten i den korrekte affaldsspand, hvorefter plastaffaldet bliver indsamlet og kørt til et sorteringsanlæg, der er en henteordning. Her vil plastemballagen først blive forsorert, og derefter finsorert i en NIR-

⁹⁵ Miljø- og Fødevarerministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.22

scanner⁹⁶. Her bliver emballagen delt ned i mindre dele og sorteret ud i fraktioner. Først herefter bliver det bliver lavet til granulat som kan genanvendes i ny emballage.⁹⁷

6.1 Design

6.1.1 Designfasen

Muligheden for at bringe plastemballage ind i et cirkulært kredsløb starter i designfasen. Her har der hidtil ikke været stort nok fokus på selve designfasen. Det har der ikke været på trods af at det er åbenlyst, hvor stor en rolle design spiller når det kommer til genanvendelse af plastemballage. Det understreger Thomas Budde Christensen således:

”Så hvis man skal gøre noget ved det [Red. Genanvendelse] så bliver man nødt til at tænke på den måde man i udgangspunktet designer vores emballager på. Det tror jeg de fleste af dem som er involverede i sektoren i en eller anden udstrækning ved. Selv dem som nøder med kemisk genanvendelse af plastik og den slags i affaldssektoren. De er godt klar over at det er udfordringen. Den udfordring har både en teknisk karakter, det er vanskeligt at gøre det til at genanvende, men det har også en økonomisk karakter. Hvis de materialer du får ud, er meget dårlig og kræver en hel masse energi og ressourcer at oparbejde så bliver priserne også meget høj, og så kommer der aldrig til at være en forretningsmodel og hvis der ikke er det, så kommer det ikke til at ske.”⁹⁸

En af de mange problematikker for at komme den lave genanvendelse, der foregår i Danmark, til livs, findes altså i den nuværende måde plastemballager designes på. Her skal emballagen designes med henblik på at kunne indgå i en cirkulær økonomi og komme retur til produktions-fasen. På trods af at dette er noget de fleste aktører indenfor området er klar over, så findes der stadig komplikationer i designfasen. Årsagen til dette bunder, ifølge Thomas Budde Christensen, i tekniske, såvel som økonomiske udfordringer. Det tekniske ligger i, at vi ikke kan genanvende plast, som indeholder kompositplast, da det ikke kan adskilles til et genanvendeligt produkt. Skulle man alligevel vælge at adskille materialerne til genanvendelse, vil det økonomiske komme i spil. Den udvinding af materialer, som kommer af genanvendelsesprocessen, er simpelthen ikke af god

⁹⁶ Miljø- og Fødevareministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. S.22

⁹⁷ BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf. S.9

⁹⁸ BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf (02:32)

nok kvalitet til, at det kan betale sig at genanvende. Ydermere, bruges der en enorm mængde energi og ressourcer, som heller ikke kan betale sig. Bringer man derimod genanvendelse ind i designfasen, vil det være muligt at nedbringe ressource- og energiforbruget under selve genanvendelsen.

6.1.2 Kompositplast og overflødig brug af plast

Skal man designe en emballage, som kan indgå i den cirkulære økonomi, kræver det at brugen af kompositmaterialer og unødvendig plast stopper. Det bidrager ikke kun til overproduktion af jomfruplast, men forværrer også muligheden for korrekt sortering og genanvendelse. Thomas Budde Christensen ser en mulighed i at aktører på tværs af markedet går sammen om at løse denne opgave.

”Jeg tror det ville være meget smartere ligesom at sige supermarkederne og detailhandlen og fødevarerproducenterne og emballageproducenterne blev nødt til sammen at løse opgaven med at lave nogle simple emballager, lave færre emballager og lave emballager uden, der hvor det kan lade sig gøre, uden brug af kompositmaterialer, uden labels der er klistret på og uden en hel masse addetiver, farvestoffer, alt muligt i plasten så man får nogle renere plasttyper ud af det.”⁹⁹

Fødevarer virksomhederne benytter sig af en alt for uren plast, som ikke kan indgå i en cirkulær økonomi. En stor del af problemet kan løses ved at undgå brugen af unødvendige materialer, om det er labels eller blandingen af plast, så kan vi komme langt ved at rette op på dette. Det kræver imidlertid at alle aktører indenfor området går sammen om at ændre de nuværende designløsninger. Går de store aktører sammen, så kan normen for design af emballager ændres.

6.1.3 Omstilling

Men hvor nemt er det for fødevarer virksomhederne at omstille sig til en ny emballagetype? Mathias Hvam, der er Strategic Project Manager in Circular Economy & Climate Change i Coops CSR-afdeling svarede således:

”Det er jo enormt fødevarer teknisk, vi skal kunne sikre en hel masse ting, men hvis du går fra en plastbakke til en anden plastbakke, så er det et spørgsmål om at de skal kunne køre hurtigt nok ud

⁹⁹ BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf (25:00)

på båndene og det tager nogle måneder at sikre sammen med producenten, at de kører i den hastighed de skal køre, med pålimning og sådan nogle ting. Atmosfæren er den rigtige og bla bla bla og det har gået relativt hurtigt de gange vi gjort noget i den retning, så nogle måneder.”¹⁰⁰

Der ligger altså en masse tekniske komplikationer bag omstillingen til en ny emballage, hvor fødevarer sikkerheden skal overholdes. Det synes midlertidigt ikke umuligt, da det i sidste ende vil tage nogle måneder. Hvorfor ser vi så stadig at plastemballage genanvendes i en så lille grad? Det kan blandt andet bunde i, at man ikke kan overholde de facto standarder for fødevarer sikkerhed uden brugen af kompositplast. Da vi spurgte Mathias Hvam om brugen af kompositplast, svarede han således:

”Jeg vil sige, vi har rykket os rigtig meget på al hård plast. Der hvor det stadig er ret svært, hvor vi også har rykket os meget, men hvor det er en svær teknisk udfordring, er det man kalder flexibles i markedet, som er al blød plast i bund og grund. Det er supersvært fordi... man har brug for nogle barrieregenskaber ift. holdbarhed og sådan nogle ting, som I selv bringer på banen, som kan være svært med monoplast, altså monomateriale.”¹⁰¹

En omskiftning til plastemballage uden kompositplast kan teknisk ikke lade sig gøre, da forskellige plasttyper skal indgå for at danne barrieregenskaber i henhold til fødevarer sikkerhed. Da kan man stille spørgsmålet, om vi kan gå på kompromis med fødevarer sikkerheden for at opnå en let genanvendelig emballage?

6.2 Sortering

I sorteringsfasen er det vigtigt at produktet er designet, så de forskellige plasttyper kan adskilles. Ved at undgå kompositplast kan plastemballagen bedre sorteres, uden at kvaliteten på plasten bliver forringet. Det er vigtigt, for at plasten kan holdes i cirkulation så længe som muligt, uden at plasten forringes, så man kan komme så tæt på et ”closed loop” som muligt. Man skal altså så længe som muligt holde sig i enten det primære eller sekundære kredsløb¹⁰².

¹⁰⁰ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (18:19)

¹⁰¹ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (14:31)

¹⁰² Rosenberg Johansen, M., Budde Christensen, T., Marilou Ramos, T. & Syberg, K. (2022, 15. januar). *A review of the plastic value chain from a circular economy perspective*. Journal of Environmental Management. S.5

Ved at have fokus på design kan emballagen designes, så den er nemmere at sortere og dermed også at genanvende. For at få det reneste plast til genanvendelsesfasen skal plasten sorters korrekt. I dag foregår der husstandssortering og der anvendes blandt andet en teknologisk sorteringsmetode der hedder NIR der sorterer plasten.

Så først forsorteres plasten i husstandene. Her skal forbrugeren nu sortere affaldet i 10 forskellige fraktioner ifølge den nye klimaaf tale fra affaldssektoren. Når man hele tiden udvikler undervejs, kan det blive dyrt at lave om i den struktur man har etableret. Ifølge Thomas Budde Christensen er løsningen ikke flere fraktioner hos forbrugeren, da der er mange fraktioner allerede, og at det bliver meget dyrt, hvis man skal til at i tilføje nye fraktioner i den allerede etablerede strategi.

“(...) i regi af den der klimaaf tale fra affaldssektoren, hvor man sagde at nu skal vi sortere i ti fraktioner. Så fungerer det bare ude i den kommunale virkelighed sådan at man har en kommunal affaldsplan og den vedtager man politisk og så laver man kontrakter med indsamlere. Og hvis man så kommer om foråret og siger, “hov vi skal lige have en karton med også” så siger de “det kan vi sagtens gøre men så skal I til lommeren”. Og så bliver det sindssygt dyrt for så har de jo købt spande og systemer ... og affaldsindsamlingsvogne med flere rum. Så skal de køre en runde mere eller købe nye biler og så bliver det sindssygt dyrt.”¹⁰³

Det er altså allerede ret bekosteligt at sortere og indsamle skraldet som det er i dag. Det er også en af udfordringerne som blev nævnt i afsnittet om cirkulære økonomi. Vi går langsomt fra en lineær til en mere cirkulær økonomi men da det er en proces og da man ikke kan ændre det hele på én gang må det være en gradvis ændring. Det er altså ikke økonomisk muligt at ændre sorteringsystemet, så ofte som man finder ny viden på området.

Derudover er der forbruger aspektet som Mathias Hvam italesætter:

“(...) forbrugerne er enormt grønne sådan i deres ytring, lidt mere konservative nok i deres praktiske tilgang i hverdagen.”¹⁰⁴

¹⁰³ BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf (9:23)

¹⁰⁴ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (36:22)

Det er ud over at det er dyrt at indsamle også utrolig vigtig at have øje for forbrugervenlighed. Det skal være intuitivt og tilgængeligt for forbrugeren. Det skal være så let for forbrugeren at sortere at de gør det, for hvis det bliver for vanskeligt, så sker det ikke. Med flere fraktioner kan man også risikere flere fejlsorteringer fordi forbrugeren måske ikke forstår, hvordan det skal sorteres og derfor enten ikke sorterer eller ikke sorterer korrekt.

Det skal derfor være en løsning som er nem og tilgængelig for en forbruger, som ikke er sat ind i sorteringsprocessen.

Vi spurgte Thomas Budde Christensen om han mente at der burde være mere sortering i husstanden eller om det bør være en mekanisk sortering på sorteringsanlægget:

”(...) udviklingen den går rigtig stærkt på sorteringen, (29:12)... hvis der er tracer i plastaffald.

Jamen så kan man jo indsamle det meget mere specifikt, og så kan man sige nå, men her er der en plastikbakke fra Netto den skal derover og her er der en fra Rema, den skal derover og her er der en... Nu opdeler man jo på polymer typer, så traceren den giver nye muligheder for at lave en en bedre og mere og finmasket sortering. (...) det meget smart at sige, når men bare ned i alt plasten i en bøtte der, der er en tracer på. Vi skal nok sørge for at sortere det for jer.”¹⁰⁵

Thomas Budde Christensen ser at problemet skal løses med teknologi, men at der fortsat skal være den sortering i husstanden som der er i dag, for at have en samlet plastfraktion. Derfor er løsningen måske ikke flere fraktioner hos forbrugeren, men måske nærmere et spørgsmål om at udvikle en teknologi der kan sortere de fraktioner som allerede er vedtaget.

Der er allerede mekanisk sortering af plastaffald via optisk genkendelse og NIR-scannere. En af udfordringerne ved NIR-scannere, er at metoden ikke kan sortere sort plast¹⁰⁶.

Her forslår Thomas, tracere i plasten som ikke blot løser problemet med sort plast men som kan spore producenten også. Tracere kan være et kemikalie man tilsætter plasten, så den er nemmere at sortere. Traceren er ikke synlig for forbrugeren men en maskine vil kunne scanne plasten og derved sortere korrekt. Det giver mulighed for en mere finmasket sortering¹⁰⁷. Vi tog løsningen om tracere i plasten op med Mathias Hvam og han fortalte om et helt nyt projekt som Coop kigger på.

¹⁰⁵ BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf (32:38)

¹⁰⁶ Masoumi, H., Safavi, S.H. & Khani, Z. (2012, januar). *Identification and classification of plastic resins using near infrared reflectance spectroscopy*. International Journal of Mechanical and Industrial Engineering. S. 215

¹⁰⁷ Lang-Koetz, C., Moesslein, J., Woidasky, J. & Gasde, J. (2020, 30. december). *Plastics Recycling with Tracer-Based-Sorting: Challenges of a Potential Radical Technology*. Recycling and Sustainability of Plastics. S. 1

”I min verden er der en lidt smartere vej, som vi faktisk sidder med et stort projekt omkring lige nu. Det hedder digitale vandmærker”¹⁰⁸

Projektet hedder HolyGrail 2.0 og er en hel ny form for sortering som bliver testet nu. Teknologien er baseret på digitale vandmærker der fungerer som en kode, der kan indeholde detaljeret information. HolyGrail 2.0 vil kunne sortere plasten - ikke blot efter polymer men også efter producent. På den måde vil man kunne se hvem producenten er og de vil have mulighed for at tage deres egen plastbakke tilbage og genanvende den.¹⁰⁹ Ved dette system ved producenten præcis hvad de får tilbage, hvor mange gange den har været genanvendt osv. Fordi man ved det, vil man uden at have et pantsystem have mulighed for en finsortering der ikke har fundet sted før og det vil også opfylde kravene til at kunne oprette et ”closed loop”. Det er altså en kombination af NIR-scannere og HolyGrail 2.0 der skal sikre en mere præcis sortering af plasten og dermed en højere kvalitet af den genanvendte plast.¹¹⁰

Ifølge Miljøstyrelsens rapport om Markeder og Potentialer for Dansk Plastgenanvendelse, er grunden til lav værdi og kvalitet af rPET, at der endnu ikke er nogle velafprøvede teknologier til adskillelse af fødevarer-PET og ikke-fødevarer-PET. Dermed bliver plasten kontamineret, mister kvalitet og kan derfor ikke genanvendes til fødevareremballage igen.¹¹¹

”Så kvalitet i genanvendelsesspørgsmålet så at gå lidt videre fra at det bliver et ja/ nej spørgsmål om det kan genanvendes så kigge lidt mere i retning af hvordan får vi kvaliteten op? Det her med at få et marked der kan der kan køre effektivt rundt.”¹¹²

Det er altså ikke lige så meget et spørgsmål om hvorvidt plasten kan genanvendes men også om hvor høj en kvalitet, man kan få på den plast. Jo højere kvalitet man kan sikre at plasten har, jo større sandsynlighed er der for at plasten kan genanvendes til det samme igen, og dermed indgå i et cirkulært kredsløb. Hvis man oveni sikrer at kvaliteten på plasten er høj via sortering, vil plasten

¹⁰⁸ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (41:57)

¹⁰⁹ Digital Watermarks. (s.d.). *HolyGrail 2.0*.

¹¹⁰ Dansk Retursystem. (2021, 6. september). *Banebrydende sorteringsteknologi til emballageaffald skal testes i København* [Pressemeddelelse].

¹¹¹ Miljøstyrelsen. (2020, maj). *Markeder og potentialer for dansk plastgenanvendelse*. S. 40

¹¹² BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (07:13)

have en højere værdi, rent økonomisk. Hvis man kan sikre en høj kvalitet, en økonomisk vinding og en miljøgevinst i at mindske ressourcetab, så vil punkterne i ”Den cirkulære økonomi er trekantet” (fig. 4) være i balance.¹¹³ Det er altså en blanding af design og sortering af plastemballage, der skal sikre en genanvendelse med et økonomisk incitament for virksomheder. Derfor bliver man nødt til at se på hele verdikæden.

6.3 Genanvendelse

Når vi kigger på genanvendelse ud fra det cirkulære kredsløb, ligger det som et af de sidste led inden det starter forfra i cirkulationen. Nogen af de problematikker præsenteret her er også blevet præsenteret i sorteringsafsnittet, da sortering og genanvendelse ligger meget op af hinanden i det cirkulære kredsløb.

Der har igennem en årrække været fokus på at genanvende materiale, da man har fundet ud af at det er langt mere miljøvenligt at genanvende end at udvinde nye materialer. Selvom det ikke er en perfekt løsning, er der mange der kigger ind i hvordan vi kan skabe lukkede kredsløb for at spare på jordens ressourcer. Som Thomas Budde Christensen siger:

*”Derfor har der også tidligere været noget snak om at man måske i virkeligheden burde indsamle fødevareremballage separat [...] det lidt lettere at genanvende fødevareremballage hvis man har et lukket fødevareremballagekredsløb eksempelvis ligesom man har indenfor pantflasker”.*¹¹⁴

Det er svært at overholde ift. de sorteringsmuligheder vi har på stående fod. Der er også det aspekt af regulering som både eksisterer på EU-plan og på nationalt plan, der skal overholdes. Det er blevet diskuteret om fødevareremballage måske helt skal køres i et lukket loop og derved få en specifik skraldespand for netop at komme udenom den problematik Thomas Budde Christensen præsenterer. Som vi dog præsenterede i sorteringsafsnittet, er løsningen ikke at lægge ansvaret på forbrugeren, da det skaber en al for stor mulighed for fejlsortering. Samtidig er det meget ansvar at lægge over på forbrugeren, der skal sørge for at have sat sig ordentligt ind i alle de typer plast m.m. de skal til at sortere efter. Det er problematisk da mange forskellige emballage kommer i forskellige

¹¹³ Yding Sørensen, S., Bilberg Olesen, L., Ørskov Dall, P., Hartung, M. & Larsen, K.N. (2019). *Materialer i den cirkulære økonomi: Plast*. Teknologisk Institut. S.6

¹¹⁴ BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf (04:42)

typer plast. De 3 mest anvendte typer af plast (PE, PET og PT), her forskellige egenskaber og bruges med det udgangspunkt. Overordnet for dem alle er dog at de, sammenlignet med mange andre typer plast, er nemme at genanvende. En af grundene til at der ikke er mere der bliver genanvendt, er det økonomiske incitament. For mange forskellige typer plast er der ikke økonomisk gevinst i at genbruge og det gør det derfor svært at overtale diverse aktører til at investere og indsamle det. Der er dog nogen, og én af grundene til at de tre typer plast nævnt tidligere er så udbredte, er netop deres nemme genanvendelighedsmuligheder, hvilket gør det nemmere at tjene penge på. Thomas Budde Christensen siger:

*"Man har nogen systemer som fungerer rigtigt godt - lad os udbygge dem. Og det er typisk også der hvor man, hvis man ser på det økonomisk, der hvor der er højværdi produkter. Altså der hvor man kan tjene penge på at genanvende f.eks det her PET, for det kan man bruge til en hel masse forskellige ting."*¹¹⁵

Der arbejdes også på at forbedre det økonomiske aspekt med det udvidede producentansvar som vil træde i kraft i 2025. Det betyder i korte træk, at hvor det førhen var kommunerne der betalte for forureningen af de materialer som blandt andet materialer fra kødbakker, vil det nu blive selve producenten som for eksempel Coop som skal betale for deres emballage. Vigtigheden af at det skal kunne betale sig at genanvende, underbygges også af Mathias Hvam der siger følgende:

*"Det er jo ting som kan hjælpe markedet i den rigtige retning, når man snakker om begrænsning af bestemte plasttyper. Det her, som jeg tit snakker om som legoklods konceptet. Hvis du bruger forskellige materialetyper, så skal de kunne skilles ad, når du skal sortere til genanvendelse. Det vil man nu blive opfordret til rent finansielt også."*¹¹⁶

Mathias Hvam estimerer at Coop kigger ind i at skulle hæfte for 3-4 milliarder kroner¹¹⁷, hvilket gør det utrolig interessant for dem at forbedre deres emballage og genanvendelsesmuligheder i dem, da de ellers i sidste ende sidder tilbage med en stor regning, som fra 2025 falder på deres skuldre. Det udvidede producentansvar vil klart forbedre tilstandene, da aktører nu selv hæfter for den plast de bruger og producerer. En generel udfordring man dog tit støder på ift. at gøre de nuværende systemer bæredygtige er, at der som regel skal kigges på flere led at

¹¹⁵ BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf (08:39)

¹¹⁶ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (14:09)

¹¹⁷ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf. S. 9.

produktionskæden og at der derved skal nogle langt større omvæltninger til, for at fordre en signifikant forbedring. Vi som samfund kigger derfor ind i en større omstrukturering, om end ikke af hele vores samfund, så af essentielle dele, der vil kunne mærkes ude i hverdagen. Samtlige led i den cirkulære cyklus skal altså inddrages og ændres. Thomas Budde Christensen italesætter problematikken således:

”... vi kan ikke bare sætte nogle penge af, og så kommer der nogle ingeniører der redder os med en eller anden maskine ude på et affaldsanlæg dér (...) Det kommer ikke... det er ikke nok.”¹¹⁸

7. Diskussion

Igennem vores overordnede teori og empiri vil vi diskutere, hvilke udfordringer der er med til at besværliggøre en ændring af fødevareremballage. Vi har kigget ind i flere forskellige aspekter og vil præsentere nogen af de aspekter her. Vores udgangspunkt bliver at kigge på Danmark og hvilke problematikker vi står overfor og ikke hvad EU eller andre lande har af udfordringer.

Når vi kigger på emballageløsninger, er det vigtigt at have omlægningsprocessen hos producenterne med i den ligning. Det kommer nemlig til at blive stort set umuligt at ændre noget i større skala, hvis producenter som Coop og Salling Group ikke er indstillet på at lave en ændring. Vi fandt ud af at Coop har en omstillingsperiode på et par måneder, hvis teknologien og alle tests er gennemført på forhånd¹¹⁹. Det bliver dog stadig svært at få dem til at ændre sig uden et økonomisk incitament og det er her det udvidede producentansvar kommer ind. Her vil det i sidste ende være producenterne der skal betale for behandling og sortering af deres emballage, hvor det førhen har været kommunerne. De vil altså blive opfordret til at blive mere klimavenlige og bæredygtige, for at modtage en mindre regning fra staten og meget af klimaspørgsmålet kommer i sidste ende ned til at handle om penge. Derfor vil det udvidede producentansvar være en stor hjælp på at gøre emballagerne med bæredygtige. Der kan spekuleres i, om det i sidste ende er forbrugeren der kommer til at betale regningen for det udvidede producentansvar og selvom det er en god pointe, er det svært at dokumentere dette skulle være tilfældet på nuværende tidspunkt.

¹¹⁸ BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf (28:22)

¹¹⁹ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf. S. 11.

Et andet aspekt af en udfordrende implementering er, at vi skal have engageret forbrugerne. Det kommer primært til at være med henblik på at sortere mere og mere i hjemmet og især igennem det nye affaldsregulativ der forventes implementeret i løbet af 2022. Det bliver derved lagt en stor forventning om indgående forståelse for forskellige typer af affaldsmaterialer over på forbrugeren og risikoen af fejlsortering vil derfor stige. Igennem vores interview med Mathias Hvam kunne vi forstå, at forbrugere tit siger at de ønsker sig, en mere bæredygtig hverdag, og muligheder for at tage bæredygtige valg, men når det kommer til stykket og især hvis en ændring af et system betyder at forbrugeren skal ændre sine vaner, er der ikke lige så stor opbakning. Grunden til at nogle mennesker siger noget, men i praksis gør noget andet, kan være at vi som mennesker er bygget meget på rutiner og mønstre og en ændring, om end den skulle være lille, kan være sværere at implementere i sig selv, end man lige går og regner med. Et eksempel på langsom implementering kunne være udfasningen af plastposer i supermarkeder, der blev erstattet af genbrugsnet. Her blev det forventet at forbrugeren selv skulle tage nettet med ned, når de skulle handle igen og selvom man igennem en artikel bragt på DR¹²⁰ kan se at vi faktisk er hurtigere til at implementere brugen af genbrugsposer end EU havde forventet, så tog det alligevel 4 år at nå den begrænsning. En så lille ændring af ens hverdagsliv kan tage flere år og der skal tages højde for at det ikke var noget producenterne implementerede på egen hånd.

Med de nye affaldssystemer bestående af 10 fraktioner (om end ikke alle 10 kommer til at stå i forbrugers indkørsel eller deres gård) lægges der derfor også et pres over på forbrugeren ift. at sætte sig ind i hvilke materialer, der egentlig bruges til diverse produkter. Der har førhen ikke været samme krav til at man som individ skulle sætte sig ind i, hvad man egentlig smider ud. Det kan i mange henseender være en god ting at oplyse borgerne om hvad de egentlig smider ud, da det giver en forståelse af hvilke mængder man smider ud. Det kan være med til at få forbrugeren til at tænke mere bæredygtigt, da det kan virke alarmerende. Samtidig kan det øge fejlsortering, da et langt større ansvar bliver lagt over på forbrugeren og at vi på stående fod ikke har sorteringsanlæg, udrustede til at håndtere for store mængder af blandede materialer.

Igennem vores sorteringsanlæg formår vi på stående fod, cirka at genanvende 1/3 af al den plast der bliver smidt ud. Teknologien arbejder dog på højtryk for at finde bedre løsninger til at kunne sortere bedre. Et initiativ er HolyGrail 2.0 der skulle erstatte NIR-scannere, hvilket er dem der bliver brugt

¹²⁰Flyvbjerg, A. & Jungersen, R. (2021, 6. december). *Danskerne er nået i mål fire år før tid og bruger nu 32 plastikposer om året*. DR, Inland.

nu. HolyGrail 2.0 er langt hen ad vejen en opgradering, der vil give sorteringsanlæg langt flere muligheder for at kunne finsortere i en helt anden grad og næsten kunne fordele ned på produkttypeniveau. HolyGrail 2.0 kan sammenlignes med tracere men én af grundene til at HolyGrail 2.0 kan være at foretrække er manglen på kemikalier der skal tilføjes plasten. HolyGrail 2.0 teknikken består nemlig af nogle digitale vandmærker og vil derfor ikke tilføje unødvendige eller flere former for stoffer i produkterne. Dette, kombineret med en større sorteringsflade hos forbrugeren og et udvidet producentansvar vil gå en lang vej for at formindske vores klimaaftryk og ikke i lige så stor grad være afhængige af nye ressourcer, men kunne afhænge mere af at genbruge og genanvende ressourcer, hvilket er langt mere bæredygtigt.

8. Konklusion

Vi lever i en verden hvor klima og bæredygtighed er to utroligt relevante emner. I dag kan der peges på stort set alt i vores samfund og det kan forventes at der kan optimeres og udvikles på området så det bliver mere ”grønt”. I et land hvor vi er førende indenfor teknologier omhandlende grøn energi er vi i udarbejdelsen af denne opgave faldet over nogen ret store faldgruber, hvor Danmark halter bagud når det kommer til at lede udviklingen på klimaområdet. Det overraskede os blandt andet at Danmark er et af de lande der smider mest affald ud pr. indbygger og også at vi ikke har udvidet producentansvar i samme grad som resten af Europa. Vi har igennem mange forskellige kilder og tilgange til emnet formået at afdække alle de områder vi fandt relevante for at kunne besvare opgaven så fyldestgørende som muligt.

At redesigne fødevareremballage med henblik på lettere genanvendelighed er langt mere komplekst end, hvad vi først antog. Der findes ikke mindst mange tekniske udfordringer, som skal løses før man kan gøre genanvendelse til en norm og derved lade emballagen indgå i en cirkulær økonomi. Det kræves også at der tages højde for alle faser i en cirkulær økonomi, før dette kan lade sig gøre. Igennem vores design, har vi givet vores bud på en løsning, som står nogenlunde indenfor de tekniske grænser vi har for genanvendelse af plast i dag. Derudover, er vores emballage nem at sortere korrekt for forbrugeren, mens brugen af HolyGrail 2.0 sørger for bedre sortering på selve anlægget. Vores udgangspunkt har derudover været at fjerne kompositplast, samt unødvendig plast, hvilket hæver kvaliteten af det genanvendte materiale og muligheden for genanvendelse. Vores

produkt er mundet ud i en videreudvikling af den allerede eksisterende kødbakke, hvilket har været grundet disse tekniske udfordringer. Vi ser dog en stor udvikling indenfor plast og emballage, som føres an, af det udvidet producentansvar og andre EU-reguleringer. Med initiativer som blandt andet HolyGrail 2.0 kunne man forestille sig at plastemballage inden længe kan indgå i en cirkulær økonomi uden et ressourcespild så stort som det vi ser i dag.

9. Produkt

Vores produkt er udarbejdet og udviklet gennem 3 iterationer og 2 designevalueringer af Mathias Hvam, der er Strategic Project Manager in Circular Economy & Climate Change i Coops CSR-afdeling. Afsnittet er struktureret med først en forklaring af iterationen og så en uddybning af hvad der ikke fungerede i den designløsning.

9.1 Første iteration

Vores første produktdesign kom vi på, da vi til Design og Konstruktion-eksamen skulle lave et storyboard¹²¹. Vi kom på et produkt-orienteret design i form af en genbrugelig kasse, der skulle indeholde kød. Vi ville gerne have at det skulle være en pantordning, så kassen kunne genbruges mange gange. Ideen med at lave denne kasse var at undgå at anvende kompositplast og gøre det muligt at genanvende det overskydende plast.

Som det er nu, er der mange forskellige typer plast i en kødbakke, der er det yderste lag som giver bakken, form også er der et lag ud over dét som gør at bakken er steril. Der er desuden en folie over og til sidst en label oven på det.¹²² Det gør altså at kødbakken er svær at genanvende. Derfor gik vores ide ud på, at man i stedet for den traditionelle kødbakkeemballage, benyttede sig af en boks, produceret i en type plast (PET), som vil kunne genbruges de første mange gange og genanvendes, når den bliver for slidt og dermed ikke længere kan genbruges direkte, men kan efterfølgende nedsmeltes og genanvendes. Af hensyn til fødevarer sikkerheden besluttede vi, at kødet skulle være vakuumpakket i kassen, men igen kun i en enkelt type plast, med en tracer eller et vandmærke, så det er nemt at sortere på affaldssorteringen. På den måde kan man helt undgå spild og al plasten kan indgå i en cirkulær økonomi. Tanken var at forbrugerne skulle tage kassen med hjem, smide det i

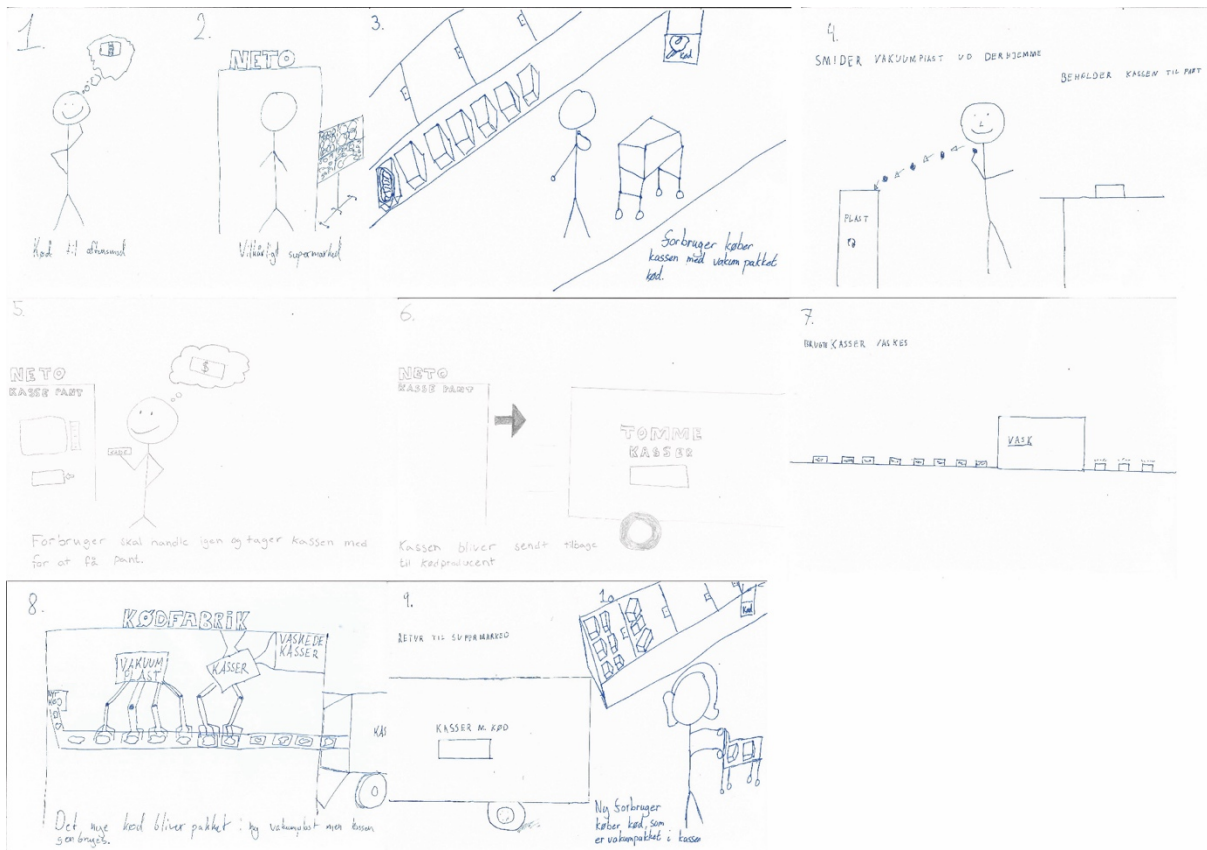
¹²¹ BILAG E – Storyboard fra gruppeeksamen Design & Konstruktion 1. semester.pdf

¹²² BILAG A – Interview m. Thomas Budde Christensen.pdf. S.1

plast der er brugt til at vakuumpakke kødet, i en skraldespand evt. kun til fødevareemballage/plast. Forbrugeren skulle så gemme kassen og tage den med næste gang, de skal ned og handle for en økonomisk gevinst, ligesom man gør med pantflasker. Så bliver den sendt tilbage til kødproducenten, som så rengør den og genbruger den til kød igen.

Fordelene ved en løsning som denne, ville være at man kunne holde plasten i et ”closed loop” og opnå meget lidt spild og det er desuden mere miljøvenligt at genbruge frem for at genanvende. Men efter grundig gennemgang af vores ide, gik det op for os at der var en del udfordringer ved denne løsning. I interviewet med Mathias Hvam, gjorde han os opmærksom på, at der er nogle regler for indsamling af emballage der har været i kontakt med fødevarer (mælk, kød osv.) af hensyn til fødevarerens sikkerhed. Så hvis kødkassen skulle indsamles, ville det være udenfor butikken og selv hvis det lykkedes, var det ikke sikkert at den kunne genbruges pga. de kødrester, der kunne være i.¹²³ Derudover var det svært at se en økonomisk fordel i dette system. Man skulle bygge pantmaskiner udenfor alle supermarkeder, etablere transport til renseanlæggene og indføres en helt ny metode at pakke kødet på. Hvis der ikke er en økonomisk fordel, er det ikke sandsynligt at denne idé ville være realistisk i markedet, specielt ikke det første stykke tid. Ideen var, at producenten selv skulle stå til ansvar for emballagen og recirkuleringen af den, derfor skulle kasserne være genbrugelige. På den måde ville man kunne minimere spild af plast og mindske CO₂-udledning. Men grundet de mange led i den løsning, kan det diskuteres hvorvidt det er en god løsning. Der er indsamling, transport og vask af bakker, som der skal tages højde for i den samlede miljøpåvirkning. Det ville kræve en livscyklusvurdering (LCA) at undersøge dette og det har vi ikke mulighed for.

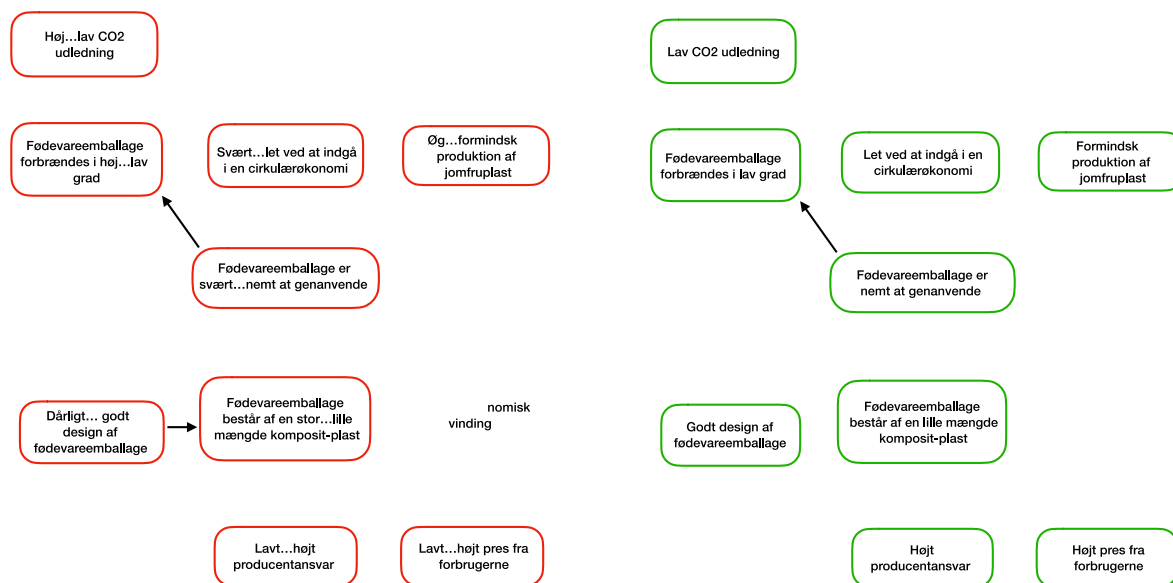
¹²³ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (29:08)



Figur 7. BILAG E – Storyboard fra gruppeeksamen Design & Konstruktion 1. semester¹²⁴

På figuren forklares det trinvis hvordan brugen af første design iteration ville se ud visuelt. Vi udviklede storyboardet til vores eksamen i Design og Konstruktion.

¹²⁴ BILAG E – Storyboard fra gruppeeksamen Design & Konstruktion 1. semester.pdf



Figur 8. BILAG C – Gruppeeksamen Design & Konstruktion 1. semester.¹²⁵

Som man kan se i vores Colour Cognitive Map (CCM) som vi udarbejdede til vores Design og Konstruktions-eksamen, havde vi først fokus på at forøge presset fra forbrugeren¹²⁶. Altså at inddrage forbrugeren som en del af løsningen. Men efter vores interview med Mathias Hvam, blev det klart at forbrugeren er mere grøn i tankegangen end i handlingen og at denne løsning ikke var lige så brugervenlig som vi først antog. Derfor har vi i anden iteration haft mere fokus på producentansvar.

9.1.1 Udfordringer ved vores første iteration

Der er mange fordele ved designet. Én af dem er det sikrede ”closed loop”. Men som nævnt i afsnittet om Sortering, er forbrugervenligheden en stor faktor. I dette design er det forbrugeren der skal bringe kassen tilbage til supermarkedet. Det mener Mathias Hvam ikke er en sandsynlig

¹²⁵ BILAG C – Gruppeeksamen Design & Konstruktion 1. semester.pdf

¹²⁶ BILAG C – Gruppeeksamen Design & Konstruktion 1. semester.pdf. S. 1

løsning, for det skal gerne være så nemt for forbrugeren som muligt. Det er også et spørgsmål om fødevarerikthed, for i kødbakker er der en bakterieflora som ikke må komme ind i butikken.

”Vi er meget keen på at kigge i retning af genbrug men vi har rigtig svært ved at finde ud af hvordan vi gør det drifbart (...) kravene til rengøring og vedligeholdelse og affaldssortering, blive så høje at det kunne man ikke drifte. Og det er det samme med kød, det er en anden bakterieflora.”

127

Derfor ville man mange steder ikke have mulighed for at tage kasserne ind i butikken igen og det vil også være rigtigt dyrt at omlægge det system man har i dag. Mathias Hvam satte også spørgsmålstejn ved kassens funktionalitet, for kødproduktet er beskyttet af den vakuumplast der skulle være inde i kassen. Ideen i kassen var at den skulle stabilisere produktet under transport samt at hvis forbrugeren ikke skulle bruge alt kødet den ene aften, kunne de lægge kødet i kassen og det ville forlænge holdbarheden.

Som nævnt i analysen ser Mathias Hvam også en udfordring i vakuumplast da blød plast er svære at genanvende.¹²⁸ Derfor er det nok ikke en bedre løsning at vakuumpakke, selv om man brugere en mindre mængde plast for det vil ikke kunne genanvendes med den teknologi man har nu.

Mathias Hvam nævnte dog at det er et godt initiativ, men ikke muligt i en dagligvarekæde så stor som Coop. I denne iteration har vi ikke taget højde for at fødevareremballagedesignet ikke blot handler om at spare på plasten men at sælge varen. Derfor har vi valgt at gå væk fra genbrug og have fokus på genanvendelse af ressourcerne. Mathias Hvam forklarede om en ny form for sortering der hedder HolyGrail 2.0, som vi har benyttet i vores anden iteration.

9.2 Anden iteration

Vi har igennem vores andet design forsøgt at videreudvikle den allerede eksisterende PET kødbakke med henblik på at forbedre muligheden for genanvendelse. For at gøre dette, har vi taget udgangspunkt i guiden *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere*. Designguiden tager læseren igennem de væsentlige overvejelser, som skal tages når man designer emballage af plast. Vi inddrager derudover initiativet *HolyGrail 2.0*, som en del af vores design. Vi opdagede HolyGrail 2.0 igennem Mathias Hvam.

¹²⁷ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (29:08)

¹²⁸ BILAG B – Interview m. Mathias Hvam.pdf (14:31)

Eksempel på designovervejelser

PET kødbakke med PE film

Her ses et eksempel på farvet PET-emballage: en PET kødbakke, som er designet til genanvendelse.



		Overholder de facto standard	U hensigtsmæssig i forhold til de facto standard	Negativ påvirkning af de facto standard og klarhed
Farve		Farver der kan klare OM7 og ikke giver anledning til NIAS ved OM7 Farver, som kan genkendes af NIR-teknologien	Farver der kan klare OM2 og ikke giver anledning til NIAS ved OM2	Farver, som ikke kan klare OM2 forhindrer. Farver med striben blads med mindre eksisterende teknologi kan genkende farven, efter der er etableret værdikæde for sort plast
Hovedkomponent (beholder, borte, bakke, flastik, folie)	Materialer	Mono-materialer i overensstemmelse med de facto standard	Multi-materialer, som ikke har indflydelse på lednings sikkerhed eller fysiske egenskaber for de facto standard i næste cyklus (i.e. PETG-APET-APET)	Bionedbrydelige monomaterialer. Multi-materialer, som fjernes eller direkte har indflydelse på enten lednings sikkerhed eller fysiske egenskaber for de facto standard i næste cyklus
	Barrierer	Ingen		PA (Nylon), EVOH
Additiver (scavangers, antiudlug, antislip og lign.)		Løsning skal ikke påvirke de facto standard og ikke skabe NIAS		Løsninger med risiko for NIAS og fejldeklaring
Delkomponent	Lukninger uden print (top film, låg, forseglinger)	Fjernes nært af slutbruger eller fjernes nært og tidligt i genanvendelsesprocessen (vaskprocessen)	Fjernes sent i genanvendelsesprocessen (vaskprocessen)	Påvirker de facto standarden eller giver anledning til NIAS
	Lukninger med print (top film, låg, forseglinger)	Ingen eller skal nært kunne fjernes uden at efterlade rester på hoved-komponent	Fjernes sent i genanvendelsesprocessen (vaskprocessen) og giver ikke anledning til NIAS i næsten rensket eller vasket vand	Påvirker de facto standarden eller klarheden negativt eller giver anledning til NIAS
	Lukning med kapsler og låg	Delkomponenter, som kan flyde-synke separeres eller NIR-separeres efter grov neddeling, og som ikke giver anledning til kontaminering af materialestrømmen		Komponenter som består af materialer, som ikke kan flake separeres i NIR som giver anledning til kontaminering af materialestrømmen
Direkte tryk på hovedkomponenter		Ingen	Tryk som ikke giver anledning til NIAS efter vaskproces	Tryk, som giver anledning til NIAS
Etiketter (klæbestof, hovedmateriale og trykfarver)		Etiketter, der fjernes i vask og som ikke giver anledning til NIAS via vandet		Etiketter, som ikke kan fjernes og giver anledning til NIAS via vandet eller giver anledning til fejldeklaring
Klæberfri dekorationsmaterialer (stråksleeves, krympesleeves, stråketiketter og papsvøb)		Dekoration som kan NIR-sorteres efter neddeling Dekoration som fjernes af slutbruger	>60 % dækkende overflader der skærmer for NIR-sortering inden grov neddeling	Giver anledning til NIAS via vaskvandet Farvet folie, der ikke frakteres af NIR-sortering
Tømning		Emballage er naturlig tom efter brug	Kan tømmes med noget besvær	Kan ikke tømmes uden brug af værktøj
Kombination af materialer ifm. emballageløsning		Det samme materiale er brugt ved design af emballageløsning	Emballageløsning består af materialer, som nært kan separeres i genanvendelsesprocessen, og som ikke giver anledning til kontaminering af materialestrømmen	Emballageløsning består af materialer, som ikke kan separeres i genanvendelsesprocessen, og som giver anledning til kontaminering af materialestrømmen
Andet (indlæg, pads, etc.)		Skal kunne fjernes helt uden at efterlade spor og ikke give anledning til NIAS "modat" skal ikke kompromittere de facto standard		"Andet", som ikke kan fjernes og som giver anledning til NIAS, og som kompromitterer de facto standard

129

Ud fra designguides eksempel på designovervejelser til en PET kødbakke med PE film, har vi lavet følgende design:

Farve af hovedkomponent: Ifølge designguiden skal farven kunne genkendes af NIR-teknologi, men vores design sorteres derimod ved hjælp af HolyGrail 2.0. HolyGrail tager ikke brug af farvegenkendelse, derfor kan alle farver som udgangspunkt bruges, så længe de kan klare OM7, som beskrevet i designguiden¹³⁰. Derfor kan vi lettere tage brug af rPET, da plasten ikke

¹²⁹ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballage til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.57

¹³⁰ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballage til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.57

nødvendigvis skal omfarves.

Materialer i hovedkomponent: Mono-materiale i form af 100% rPET, som følger designguidens de facto standard¹³¹.

Barrierer: Ingen.

Additiver: Vi følger her designguiden, som siger: ”Løsning skal ikke påvirke de facto standard og ikke skabe NIAS”¹³²

Lukninger uden print: Lukningen vil bestå af monomateriale i form af 100% rPE, som ligesom vores hovedkomponent skal kunne muliggøres ved hjælp af HolyGrail 2.0. Denne lukning skal nemt kunne fjernes ved åbning af emballagen, så den kan sorteres korrekt og fraskilles fra vores hovedkomponent uden problemer.

Lukninger med print: Ingen.

Direkte tryk på hovedkomponenter: Ingen.

Etiketter: Ingen.

Klæbefri dekorations materialer: Vi vil her bruge et pap-sleeve. Pap-sleevet erstatter de etiketter, som normalt findes på kødbakker (Se fig. 9). Pap-sleevet skal nemt kunne fjernes fra selve emballagen, så det kan sorteres korrekt.

Kombination af materialer ifm. emballageløsning: Det samme mono-materiale er brugt igennem hele vores designløsning.

Brugen af HolyGrail 2.0:

I vores brug af HolyGrail 2.0 med deres digitale vandmærke, skal sammensætningen af plasttyper for det enkelte produkt indgå, samt hvilken producent emballagen stammer fra. Ved aflæsning af de specifikke plasttyper, som indgår i produktet, kan plasten sorteres korrekt. Derudover, kan information om ophavet af plasten, sørge for at den indgår i et lukket system for den enkelte producent. På den måde kan den enkelte producent genanvende deres egen emballage, til ny emballage. Det bidrager ligeledes til det udvidede producentansvar, så den enkelte producent kan betale afgift på behandling af deres eget plastaffald.

¹³¹ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.48

¹³² Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.57

9.3 Tredje iteration

Vores tredje og endelige iteration er en videreudvikling af vores anden iteration, hvor vi har lavet forbedringer baseret på vores sidste designevaluering med Mathias Hvam. Der er én primær ting der er ændret siden anden iteration, ud fra den anden designevaluering med Mathias Hvam som kan ses i bilag x. Det er farven på plasten anvendt i kødbakken, hvilket vi har ændret på baggrund af følgende evaluering fra Mathias Hvam: *“indfarvning af plast generelt, reducerer kvaliteten af materialet i genanvendelsen. Farven kan ikke pilles ud af plasten igen, og derfor vil klar plast, og derefter lysere farvet plast, altid have højere værdi i genanvendelsen.”*¹³³. Da man altid bruger den højeste kvalitet af plast til fødevarer, så som kødbakker, er der mulighed for at sikre en højere placering i værdikæden for plasten, når den ikke længere kan genanvendes til fødevarer. For at sikre en højere værdi og kvalitet efterfølgende, når rPET-plasten ikke længere kan genanvendes til fødevareremballage, kan man bruge den gennemsigtige genanvendte plast til husholdningsartikler som f.eks. opvaskemiddelbeholder, ligesom Coops plaststrategi forskriver.¹³⁴

Vi har her lavet vores egen oversigt over designet, baseret på designguidens overvejelser, som set på Fig. 10. Vores skema ser således ud:

¹³³ BILAG D – Designevaluering m. Mathias Hvam.pdf

¹³⁴ Coop. (s.d.). *Sammen kan vi skabe verdens mest bæredygtige emballage* [Guide]. S.6

Farve		Lys/ingen farve.
Hovedkomponent (beholder, brette, bakke, flaske, folie)	Materialer	Mono-materiale i form af 100% r-PET, som følger designguidens de facto standard
	Barrierer	Ingen.
	Additiver (scavengers, antidug, antislip og lign.)	Vi følger designguidens forslag: "Løsning skal ikke påvirke de facto standard og ikke skabe NIAS"
Delkomponent	Lukninger uden print (top film, låg, forseglinger)	Lukningen vil bestå af monomateriale i form af 100% rPE, som nemt kan fjernes uden at efterlade spor på hovedkomponentet.
	Lukninger med print (top film, låg, forseglinger)	Ingen.
	Lukning med kapsler og låg	Ingen.
Direkte tryk på hovedkomponenter		Ingen.
Etiketter (klæbestof, hovedmateriale og trykfarver)		Ingen.
Klæberfri dekorationsmaterialer (stræksleeves, krympesleeves, stræketiketter og papsvøb)		Sleeve lavet af pap, som indeholder nødvendig information om produkt. Skal nemt kunne fjernes uden fra hovedkomponent uden at efterlade spor.
Tømning		Emballage er naturlig tom efter brug.
Kombination af materialer ifm. emballageløsning		Det samme mono-materiale er brugt igennem hele vores designløsning.
Andet (indlæg, pads, etc.)		Ingen.

Figur 10. Produkt af vores 3. og sidste iteration.

Vi vil nu skematisk gennemgå begrundelser for vores designvalg i vores skema ovenfor (Fig 10)

Farve af hovedkomponent: Lys/Ingen farve. Ved at undgå brugen af farve i vores plast opnår vi den optimale værdi af vores materiale. Årsagen til dette er, at når platen først er farvet, så kan denne farve ikke fjernes igen.¹³⁵ HolyGrail 2.0 bruger delvist NIR-teknologi, men det burde være

¹³⁵ BILAG D – Designevaluering m. Mathias Hvam.pdf

muligt at genkende emballagen, udelukkende baseret på det digitale vandmærke via HolyGrail 2.0. Derfor er brugen af farver ikke nødvendigt under genkendelsen i sorteringsfasen.¹³⁶

Materialer i hovedkomponent: Mono-materiale i form af 100% rPET. Ligesom i vores anden iteration bruges der 100% rPET, som skal muliggøres ved hjælp af HolyGrail 2.0. Kødbakken vil kunne indgå i en lukket kredsløb, hvor kødbakkerne konstant genanvendes til nye kødbakker.

Barrierer: Ingen. Vi undgår brugen af barrierer for at mindske brugen af unødvendig plast, som besværer genanvendelsesprocessen.

Additiver: Vi følger her designguiden, som siger: *”Løsning skal ikke påvirke de facto standard og ikke skabe NIAS”*¹³⁷.

Lukninger uden print: Lukningen vil ligesom i vores anden iteration bestå af monomateriale i form af 100% rPE, der ligesom vores hovedkomponent skal kunne muliggøres ved hjælp af HolyGrail 2.0. Denne lukning skal nemt kunne fjernes ved åbning af emballagen, så den kan sorteres korrekt og fraskilles fra vores hovedkomponent uden problemer. På den måde undgår vi fejl i sorteringsfasen hos forbrugeren. Havde lukningen ikke kunne fjernes fra vores hovedkomponent ville der opstå fejl hos sorteringsanlægget og hele emballagen vil potentielt måtte ende med at skulle brændes frem for at genanvendes.

Lukninger med print: Ingen.

Direkte tryk på hovedkomponenter: Ingen.

Etiketter: Ingen.

Klæbefri dekorations materialer: Vi vil her bruge et pap-sleeve. Pap-sleevet skal indeholde al nødvendig information, som ellers skulle være kommet i form af print eller etiketter på vores hovedkomponent eller lukning. Etiketter og print erstattes på den måde af et pap-sleeve, som nemt skal kunne fjernes fra selve emballagen, så det kan sorteres korrekt.

Kombination af materialer ifm. emballageløsning: Det samme mono-materiale er brugt igennem hele vores designløsning.

HolyGrail 2.0: Vi tager stadig brug af HolyGrail 2.0, som beskrevet i vores anden iteration.

¹³⁶ BILAG D – Designevaluering m. Mathias Hvam.pdf

¹³⁷ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S.57

10. Perspektivering

Vi har i løbet af vores semesterprojekt gjort os et hav af overvejelser om hvilket problem vores opgave skulle dykke ned i. Genanvendelse af plast er et bredt emne, som har gjort det overvældende at finde et sted at tage hul på. Det har været en svær afgrænsning, som har været nødvendig, ikke kun på grund af manglende tid, men lige så vel grundet den enorme mængde viden indenfor området genanvendelse af plast. I interviewet med Thomas Budde Christensen fik vi afgrænsede opgavens indhold til genanvendelse af plastemballage i en cirkulær økonomi indenfor fødevarer. Der er i midlertidig mange andre vinkler på genanvendelse af plastemballage i en cirkulær økonomi, som vi også har gjort os overvejelser omkring, men som vi har måtte afgrænse os fra. Vi vil nu dykke ned i nogle af de vinkler.

10.1 Take-Away

Vi kan takke plast for vores nuværende komfortabel levestil, men det er dog ikke uden konsekvenser. Når plast ikke kan genanvendes, bliver det brændt af for elektricitet og varme i Danmark og det udleder 400 millioner ton CO₂ om året.¹³⁸ Derfor er klima og CO₂ udledning i dag et stort fokusområde. Der arbejdes på nuværende tidspunkt med at få omlagt plastemballager i detailforhandlerne og sortering af plast fra husholdninger fra en lineær økonomi til en cirkulær økonomi. Men der er andre industrier som arbejder med fødevarer, som også kunne være interessant at udforske. Det kunne være interessant i at kigge på engangsbestik i restaurantsbranchen for take-away. Det er ikke bare tale om engangsbestik som knive, gaffler og spisepinde eller dressing bægre, men også indpakningen af emballage til burgere, durum, pitabrød, beholder til sushi, nudler, ris og pizzabakker. Take-Away som et marked er i en stigende vækst. Især de seneste par år under den globale pandemi Covid-19 og dens varianter, har skabt en større anvendelse af engangsbestik for take-away.¹³⁹ Derfor er det værd at kigge på om der er en mulighed for at skabe et marked og en cirkulær økonomi for plastemballage anvendt til take-away. På nuværende tidspunkt er der allerede et par initiativer kørende f.eks. Saito CPH anvender en rustfri

¹³⁸ European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. S.6

¹³⁹ Lac, T. & Østrup Bronér, E. (2021, 14. september). *Nye tal: Hvad køber danskerne online?* Dansk Industri, Handel.

stålboks¹⁴⁰ til deres sushi takeaway med udgangspunkt i et pantsystem. Mens Cupclub laver genbrugelige kopper¹⁴¹ med deres eget tagtilbagesystem, hvor de rengør kopperne efter brug og sender dem tilbage til restauranter og virksomheder de arbejder sammen med.

Covid-19 med den nye variant Omikron, som spredes hurtigt i Danmark, har greb på samfundet.¹⁴² Grebet løsnes nok ikke lige de næste par år og derfor bør undersøges om hvorvidt der kan skabes et økonomisk incitament for virksomheder. Så der kan skabes et marked med fokus på genanvendelse af plast i en cirkulær økonomi.

10.2 Socioteknologiske systemer

En anden overvejelse i vores opgave, der kunne have været en interessant vinkel, er om de socioteknologiske systemer.¹⁴³ Hvordan netværker og aktører i et system, forholder sig til de forskellige nye udviklende teknologier og initiativer, der opstår fra målsætninger fremsat af EU. Systemerne påvirkes af omverdens influens og de netværker og aktører i en socioteknologiske system. Især dem som er dominerende i de økonomiske og politiske netværker og aktører. De står med magten og har en indflydelse på de normer og regler som binder et artefakt eller teknologis anvendelse. De nuværende netværker og aktører i systemet, har en interesse i de nye udviklende teknologier som kommer ud på markedet. Disse nye teknologier kan være banebrydende og dermed ændrer hierarkiet i systemet. Derved kan der opstå udfordringer for de nye teknologier i form af restriktioner via lovgivninger, fra politiske aktører. De udgør en trussel for de nuværende dominerende netværker i systemet, da de er konkurrenter og er efter de samme ressourcer og forbrugermarked.¹⁴⁴ Men som en nyudviklet teknologi, er der ofte plads til effektivisering af metoder og produktion. Derfor er det vigtig at de nye teknologiske udviklinger bliver beskyttet, så

¹⁴⁰ kleen hub. (s.d.). *Digitalt retursystem til kaffekopper og madbokse*. kleen hub.

¹⁴¹ Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballage til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. S. 19

¹⁴² Statens Serum Institut. (2021, 23. december). *Ugentlige tendenser: Covid-19 og andre luftvejsinfektioner*. Statens Serum Institut. S.5

¹⁴³ Søndergård, B., Hansen, O.E. & Stærdahl, J. (2007). *Bæredygtig omstilling af samfundets produktions- og forbrugssystemer*. Roskilde Universitetsforlag S. 294-296

¹⁴⁴ Geels, F.W. (2018, marts). *Disruption and low-carbon system transformation: Progress and new challenges in socio-technical transitions research and the Multi-Level Perspective*. Energy Research & Social Science. S. 1

de har tid til at blive justeret. Grunden til at det kan tage tid er at flere led skal omstille deres nuværende systemer efter justeringerne fra de nyudviklede teknologier.

Et eksempel på hvordan netværker og aktører påvirker hinanden i et system kan se sådan ud - Den øget globale klimafokus influerer Europa Parlamentet, som er et stort netværk med magt. Herunder er der politikere som er aktørerne i dette netværk. De vedtager love som bestemmer normer og regler for andre systemer som den danske regering, da Danmark er en af medlemslandene i EU. En af de afsatte målsætninger fremsat af EU er at plast skal indgå i en cirkulær økonomi. Derfor er der blevet lavet et initiativ, hvor der bliver stillet et udvidet producentansvar for plastemballage virksomheder. Plastemballage virksomheder som netværk skal nu i tættere samarbejde med andre netværker såsom indsamling og sorteringsanlæg. Aktørerne i disse netværker skal nu forholde deres produkter og service med henblik efter det udvidet producentansvar. Der bliver pålagt afgifter til producenter alt efter hvor let genanvendeligt plastemballagen er. Derfor er det i virksomhedernes bedste økonomiske interesse at have et godt produktdesign. Mens indsamling og sorteringsanlæg kan effektivisere deres service vha. nyudviklede teknologier som HolyGrail 2.0. Dette eksempel er hvor der er samarbejde mellem samtlige netværker og aktører i systemet.

11. Litteraturliste

- 1 Anna, Gustafsson. (2014, 1. november). *Universal Design Principles 272 - Affordance* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=kTdiKHpw_xo
- 2 C. Schmidt Rivera, X., Leadley, C., Potter, L. & Azapagic, A. (2019, marts). *Aiding the Design of Innovative and Sustainable Food Packaging: Integrating Techno-Environmental and Circular Economy Criteria*. Energy Procedia. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.081>
- 3 Carl, A. (2018, 15. januar). Cirkulær økonomi for begyndere: HOW. *Green moves*. <https://blog.greenmoves.dk/2018/01/15/cirkulaer-okonomi-for-begyndere-how-6/>
- 4 Coop. (s.d.). *Sammen kan vi skabe verdens mest bæredygtige emballage* [Guide]. https://ansvarlighed.coop.dk/media/1518/coop_ansvarlighed_emballage.pdf
- 5 Danish Crown. (2019, 4. juni). *55 millioner kødbakker bliver miljøvenlige*. Lokaliseret den 17. december 2021 på <https://www.danishcrown.com/news/55-millioner-koedbakker-bliver-miljoevenlige/>
- 6 Dansk Industri. (s.d.). *Fokus på plast*. <https://www.danskindustri.dk/vi-radgiver-dig-ny/forretningsudvikling/gronne-forretningspotentialer/cirkular-okonomi/fokus-pa-plast/>

- 7 Dansk Retursystem. (2021, 6. september). *Banebrydende sorteringsteknologi til emballageaffald skal testes i København* [Pressemeddelelse]. <https://danskretursystem.dk/presse/holygrail-2-0-ny-banebrydende-sorteringsteknologi/>
- 8 Den Europæiske Union. (2020, 15. juni). *Emballage og emballageaffald* (RESUMÉ AF: Direktiv 94/62/EF om emballage og emballageaffald). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=legisum%3A121207>
- 9 Digital Watermarks. (s.d.). *HolyGrail 2.0*. <https://www.digitalwatermarks.eu/>
- 10 Europa-Parlamentet. (2019, 27. marts). *Europa-Parlamentet forbyder engangsplast i 2021* [Pressemeddelelse]. Europa-Parlamentet. Lokaliseret den 2. december 2021 på <https://www.europarl.europa.eu/news/da/press-room/20190321IPR32111/europa-parlamentet-forbyder-engangsplast-i-2021>
- 11 European Commission. (s.d.). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [Brochure]. European Commission. Lokaliseret den 10. december 2021 på https://www.europarc.org/wp-content/uploads/2018/01/Eu-plastics-strategy-brochure.pdf?fbclid=IwAR1i-U_iN13XfOEU2ToRoRH1TfamTVk6vnm3XvTXi0rrK5ADFPiHxU59-I
- 12 eurostat. (2021, 27. oktober). *EU recycled 41% of plastic packaging waste in 2019*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211027-2>
- 13 Flyvbjerg, A. & Jungersen, R. (2021, 6. december). *Danskerne er nået i mål fire år før tid og bruger nu 32 plastikposer om året*. DR, Indland. <https://www.dr.dk/nyheder/indland/danskerne-er-naaet-i-maal-fire-aar-foer-tid-og-bruger-nu-32-plastikposer-om-aaret>
- 14 Forum for bæredygtige indkøb. *Vejledning i bæredygtigt indkøb af plastemballage og engangsplastprodukter*. (2019). Lokaliseret den 20. oktober 2021 på http://ansvarligeindkob.dk/wp-content/uploads/2019/11/Vejledning-plastemballager-og-engangsprodukter_web.pdf
- 15 Forum for cirkulær plastemballage. (2019, november). *Designguide: Genbrug og genanvendelse af plastemballager til de private forbrugere* [Guide]. Plastindustrien. <https://plast.dk/wp-content/uploads/2019/12/Designguide-Genbrug-og-genanvendelse-af-plastemballager-til-de-private-forbrugere-online-version.pdf>
- 16 Foschi, E. & Bonoli, A. (2019, 17. februar). *The Commitment of Packaging Industry in the Framework of the European Strategy for Plastics in a Circular Economy*. Industrial Ecology and Innovation. <https://doi.org/10.3390/admsci9010018>
- 17 Geels, F.W. (2018, marts). *Disruption and low-carbon system transformation: Progress and new challenges in socio-technical transitions research and the Multi-Level Perspective*. Energy Research & Social Science. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.010>
- 18 Geueke, B., Groh, K. & Muncke, J. (2018, 20. august). *Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials*. Journal of Cleaner

Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.005>

- 19 Guillard, V., Gaucel, S., Fornaciari, C., Angellier-Coussy, H., Buche, P. & Gontard, N. (2018, 4. december). *The Next Generation of Sustainable Food Packaging to Preserve Our Environment in a Circular Economy Context*. frontiers. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00121>
- 20 This Is Plastics. *How Are Plastics Made?*. (s.d.). <https://thisisplastics.com/plastics-101/how-are-plastics-made/>
- 21 Kaur, G., Uisan, K., Lun Ong, K. & Sze Ki Lin, C. (2018, Februar). *Recent Trends in Green and Sustainable Chemistry & Waste Valorisation: Rethinking Plastics in a circular economy*. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2017.11.003>
- 22 kleen hub. (s.d.). *Digitalt retursystem til kaffekopper og madbokse*. kleen hub. <https://www.kleenhub.com/>
- 23 Krull, L. (2019, 23. september). *(Halv)cirkulær økonomi: "Vi får ikke 100 pct. lukket plastikkredsløb"*. DTU. Lokaliseret den 17. december 2021 på <https://www.dtu.dk/om-dtu/nyheder-og-presse/dynamo1/2019/09/halvcirkulaer-oekonomi?id=9d7d0d9b-f7d1-4087-9a2a-458c8d0395d3&fbclid=IwAR3347p2hZsJ4nuz92cJwU5wuf4MAlg3P-E1DeXgf9QmKUA5W8kvKDsUsSQ>
- 24 Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). 7. Udførelse af et interview. I: *Interview: introduktion til et håndværk* (s. 143-160). Hans Reitzels Forlag.
- 25 Lac, T. & Østrup Bronér, E. (2021, 14. september). *Nye tal: Hvad køber danskerne online?* Dansk Industri, Handel. <https://www.danskindustri.dk/brancher/di-handel/nyhedsarkiv/nyheder/2021/9/nye-tal-hvad-kober-danskerne-online/>
- 26 Landini, C. & Snedden, A. (2021, 23. juni). *Circular economy: Rethink, redesign, reduce, reuse, recycle*. Cleanaway. Lokaliseret den 3. december 2021 på <https://www.cleanaway.com.au/sustainable-future/circular-economy-5r/>
- 27 Lang-Koetz, C., Moesslein, J., Woidasky, J. & Gasde, J. (2020, 30. december). *Plastics Recycling with Tracer-Based-Sorting: Challenges of a Potential Radical Technology*. Recycling and Sustainability of Plastics. <https://doi.org/10.3390/su13010258>
- 28 Masoumi, H., Safavi, S.H. & Khani, Z. (2012, januar). *Identification and classification of plastic resins using near infrared reflectance spectroscopy*. International Journal of Mechanical and Industrial Engineering. https://www.researchgate.net/profile/Hamed-Masoumi/publication/285330830_Identification_and_classification_of_plastic_resins_using_near_infrared_reflectance_spectroscopy/links/572af79808aef7c7e2c5026d/Identification-and-classification-of-plastic-resins-using-near-infrared-reflectance-spectroscopy.pdf
- 29 Meherishi, L., A. Narayana, S. & Ranjani, K.S. (2019, 10. November). *Sustainable packaging for supply chain management in the circular economy: A review*. Journal of Cleaner

Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.057>

- 30 Miljø- og Fødevareministeriet. (2018, december). *Plastik uden spild: Regeringens plastikhandlingsplan*. Regeringen. https://www.regeringen.dk/media/6017/regeringens_plastikhandlingsplan_web_final.pdf
- 31 Miljøministeriet. (s.d.). *Danmark uden affald: strategi & ressourceplan*. Miljøstyrelsen. <https://mst.dk/affald-jord/affald/affaldshaandtering-strategi-aktiviteter/danmark-uden-affald-strategi-plan/>
- 32 Miljøministeriet. (s.d.). *Om en cirkulær økonomi*. Miljøstyrelsen. Lokaliseret den 2. december 2021 på <https://mst.dk/affald-jord/affald/cirkulaer-oekonomi-og-ressourceeffektivitet/om-en-cirkulaer-oekonomi/>
- 33 Miljøstyrelsen. (2020, maj). *Markeder og potentialer for dansk plastgenanvendelse*. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2020/05/978-87-7038-188-8.pdf>
- 34 N. Hahladakis, J., Iacovidou, E. & Gerassimidou, S. (2020). *Plastic waste in a circular economy*. I: T. M. Letcher (Red.), *Plastic Waste and Recycling* (s. 481-512). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-01939-8>
- 35 Nemat, B., Razzaghi, M., Bolton, K. & Rousta, K. (2022, februar). *Design affordance of plastic food packaging for consumer sorting behavior*. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105949>
- 36 Norman, D.A. (1999, maj/juni). *Affordance, conventions, and design*. *interactions*. <https://doi.org/10.1145/301153.301168>
- 37 Parker, T. (2020, 9. september). *How chemical recycling is changing the way plastic waste is disposed*. NS Packaging. <https://www.nspackaging.com/analysis/chemical-recycling/>
- 38 Plastindustrien. (s.d.). *Komposit-plast*. <https://plast.dk/det-store-plastleksikon/komposit-plast/>
- 39 Plastindustrien. (s.d.). *Livscyklusanalyse (LCA): hvad kan den bruges til?* Plastindustrien. <https://plast.dk/livscyklusanalyse-lca-hvad-kan-den-bruges-til/>
- 40 Productivity Game. (2016, 20. maj). *SPRINT by Jake Knapp, John Zeratsky, Braden Kowitz | Animated Summary* [Video]. Productivity Game. <https://www.youtube.com/watch?v=AuktI4IBj6M>
- 41 Qasim, U., I. Osman, A., Al-Muhtaseb, A.H., Farrell, C., Al-Abri, M., Ali, M., N. Vo, D.V., Jamil, F. & W. Rooney, D. (2020, 24. september). *Renewable cellulosic nanocomposites for food packaging to avoid fossil fuel plastic pollution: A review*. *Environmental Chemistry Letters*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-020-01090-x>
- 42 Refurb. (2020, 21. oktober). *Hvad er forskellen på genbrug og genanvendelse?* CSR, Klima, miljø og energi. <https://csr.dk/hvad-er-forskellen-p%C3%A5-genbrug-og-genanvendelse>

3. BILAG C – Gruppeeksamen Design & Konstruktion 1. semester.pdf
4. BILAG D – Designevaluering m. Mathias Hvam.pdf
5. BILAG E – Storyboard fra gruppeeksamen Design & Konstruktion 1. semester.pdf