

A close-up photograph of three layers of knitted fabric. The top layer is a dark blue, the middle is a deep red, and the bottom is a cream or off-white color. The texture of the knit is clearly visible, showing the interlocking of the yarn loops. The lighting is soft, highlighting the texture and the slight shadows between the layers.

SÅDAN LUKKES ET LOOP

Titelblad

Roskilde Universitet

TekSam – Miljøplanlægning og Miljøinnovation

Foråret 2019 specialeafhandling

Kontraktnummer: 6.886

Specialetitel:

Sådan Lukkes et Loop – En specialeafhandling om
recirkulering af tekstiler i fremtidens affaldssystem

Udarbejdet af:

Alexander Sørensen Pazyj, 55456

Mads Holmgaard Meyer, 55102

Pernille Haagen Larsen, 54904

Vejleder:

Thomas Budde Christensen

Antal anslag: 252.890 inkl. mellemrum (105,4 normalsider)

Abstract

This master thesis revolves around the topic of increased reuse and recycling of textiles from Danish households. The use of resources is significant in the life of textiles and the consumption of textiles is increasing. The purpose of this thesis is therefore to answer the following: *How is it possible to increase the recirculation of textiles by implementing Circular Economy, and what obstacles exist in the current Danish handling of textiles to achieve this?*

The master thesis particularly focuses on the recycling of textiles in order to return resources to the value chain. The European Union focuses on implementing Circular Economy as seen in the Waste Framework Directive, where initiatives such as the waste hierarchy have been introduced. In addition to this, the European Union has set a number of objectives to increase the reuse and recycling of household waste by 2025. In relation to textiles, all Member-States should introduce a separate collection for textile waste by 2025.

In Denmark, there is a well-functioning collection system for used clothes which is primarily based on humanitarian organizations. The system causes a high proportion of used textiles to be collected instead of being incinerated, which is the main waste management in Denmark. Despite this well-functioning system, most of the used textiles are exported and the resources are not returned to the value chain. In relation to an increased focus on the implementation of Circular Economy, this master thesis aims to explore the possibilities for a transition of the current system in Denmark, towards a system where fewer textiles are exported and more are reused and recycled.

Methodologically, this study has been using mixed methods. Initially, two reviews were made. The first review revolves around the environmental effects regarding the life cycle of textiles. The second review was made to conceptualize Circular Economy. This was done by searching for scientific State of the Art literature about the topics. Hereafter there has been made scenario projections, which will help set the framework to describe how future scenarios for the handling of used textiles could implement Circular Economy. Furthermore, there has been made several interviews with relevant stakeholders in relation

to handling, reuse, and recycling of textiles, both nationally and internationally. Lastly, there was conducted an experiment where used textiles were sorted to make a sample regarding different types of fibers in a collected batch.

The theory of Circular Economy has been conceptualized and a self-made definition has been made for further in this study. The definition is as following: *A continuous return of resources to the original value chain, which contributes to substitution in the consumption of virgin resources.*

The results of this study have been the creation of three scenarios, which work with different levels of integration of instruments to increase the recycling of textiles. First, there was projected the consumption of textiles in an average Danish household in 2025. This presented an annual growth by 2,8 %. This factor was used for the projection of the following scenarios. The first scenario is a baseline where no instruments for increased recycling is implemented. This scenario solely projects the increase in consumption. The 2nd scenario projects an explorative scenario with the implementation of chemical recycling, along with the increased municipal textile collection. The 3rd scenario is also explorative and focuses on the implementation of chemical recycling, increased municipal collection, and exclusion of export of reusable textiles.

The three scenarios have different conclusions. The baseline-scenario will not reach the political objective, set by the EU. Neither will the scenario be able to return resources from textile waste to the value chain. The 2nd scenario will increase the recycling of textiles and is approaching but will not be able to reach the political objectives, it will only return a lesser amount of the textile resources to the value chain. The 3rd scenario has the ability to increase the recycling of textiles further and will be able to reach the political objective set by the EU, as well as return resources from the textiles to the value chain.

This study concludes that there are significant environmental effects regarding the life of textiles. There was a need to conceptualize the definition of Circular Economy for the specific waste fraction of textiles. The chemical recycling technology is the only way to return resources to the value chain regarding the perception of the Circular Economy presented in this study. However, chemical recycling technology is not yet implemented in Denmark

and needs to be developed further, in order to receive and handle the input from the textile waste from households.

Finally, there has been developed a revised waste hierarchy, specified for textiles. The revised waste hierarchy implements recycling technologies in priority order, relative to efficient use of textiles resources.

Indholdsfortegnelse

Titelblad.....	1
Abstract.....	2
Figuroversigt.....	8
Indledning.....	10
1. Problemfelt	11
1.1 Ressourcer og miljø.....	11
1.2 Det nuværende system	12
1.3 Cirkulær Økonomi	12
1.4 Omstilling og målsætninger.....	13
1.5 Afrunding	14
Problemformulering.....	15
1.6 Undersøgelsesspørgsmål	15
2. Projektdesign	16
2.1 Specialets forskningstilgang	16
2.2 Videnskabsteoretiske overvejelser.....	18
2.3 Begrebsafklaring	19
2.4 Forkortelser	20
2.5 Afgrænsning.....	21
3. Metode kapitel.....	22
3.1 Mixed Methods.....	23
3.2 Review (I) - Vedrørende miljøeffekter ved tekstilers livscyklus.....	24
3.3 Review (II) - Vedrørende Cirkulær Økonomi for tekstiler	26
3.4 Scenarietfremskrivning.....	27
3.5 Det semistrukturerede forskningsinterview	29
3.6 Sorteringsforsøg - indsamling af viden i praksis	32
3.7 Kritisk refleksion over anvendelse af metoder	35

4. Teori- og Begrebsanalyse.....	37
4.1 Lovgivning inden for affaldsområdet.....	38
4.1.1 Multi-level governance.....	38
4.1.2 EU's Affaldsrammedirektiv.....	40
4.1.3 Affaldshierarkiet.....	41
4.1.4 Miljøbeskyttelsesloven.....	43
4.1.5 Den Danske Ressourcestrategi.....	43
4.2 Review - State of the Art.....	44
4.3 Review (I) - Vedrørende miljøeffekter ved tekstilers livscyklus.....	45
4.3.1 Fibertyper.....	45
4.3.2 Tekstilbranchens værdikæde.....	46
4.3.3 Miljøeffekter ved tekstilers livscyklus.....	48
4.3.4 Vandforbrug.....	48
4.3.4 Kemikalier & næringsstoffer.....	51
4.3.5 Drivhusgasudledning.....	54
4.3.6 Opsummering.....	55
4.4 Review (II) - Vedrørende Cirkulær Økonomi for tekstiler.....	56
4.4.1 Konceptualisering af Cirkulær Økonomi.....	56
4.4.2 Ressourcetræk.....	59
4.4.3 Potentielle ændringer i værdikæden.....	61
4.4.4 Genanvendelsesteknologier.....	63
4.4.5 Opsummering: Cirkulær Økonomi definition og affaldshierarkiet.....	68
5. Analysekapitel.....	72
Analyseplatform.....	73
5.1 Delanalyse 1: Tekstilers flow i Danmark.....	75
5.1.1 Indsamling.....	78
5.1.2 Sortering.....	84

5.1.3 Genbrug- og genanvendelsesflow	88
5.1.4 Problematikker ved det nuværende flow	92
5.1.5 Delkonklusion	95
5.2 Delanalyse 2: Teknologianalyse	97
5.2.1 Mekanisk genanvendelse.....	99
5.2.2 Kemisk genanvendelse	102
5.2.3 Sortering	108
5.3 Delanalyse 3: Scenarier for fremtidens tekstilhåndtering.....	111
5.3.1 Prædiktivt 2025 baseline-scenarie.....	112
5.3.2 Eksplorativt Scenarie (B) for 2025	118
5.3.3 Eksplorativt - Scenarie (C) for 2025, lukket nationalt system.....	124
6. Diskussion	132
6.1 Definition af Cirkulær Økonomi	133
6.2 Den nuværende håndtering af tekstiler	134
6.3 Er genbrug guld?	135
6.4 Affaldshierarkiet	137
6.5 Genbrug 1-til-1 substitueringen.....	138
6.6 Økonomiske <i>drivers</i> til øget genanvendelse	138
6.7 Scenarier for fremtidens håndteringssystem af tekstiler	140
6.8 Opsummering af scenarier	146
Konklusion.....	148
Perspektivering	152
Litteraturliste	154
Bilagsoversigt	162

Figuroversigt

Figur 1: Specialeprocessen (egen udarbejdelse)	16
Figur 2: "Three Main Groups of Scenarios" (Andersen & Rasmussen, 2014: 26)	27
Figur 3: "Oversigt over myndighedsniveauer og lovgivninger, ift. affaldsbehandling af tekstiler" (egen udarbejdelse)	39
Figur 4: "Waste management hierarchy" (Europa-Kommissionen, 2016).....	41
Figur 5: "Percentage breakdown of consumption by fibertype for clothing and household textiles" (Europa-Kommissionen, 2014: 10)	46
Figur 6: "The apparel commodity chain" (Gereffi & Memedovic, 2003: 7)	47
Figur 7: "Total Water Footprint" (WRAP, 2012 a: 4)	49
Figur 8 "Impact of textile consumption in the EU-27 according to the ReCiPe's midpoint" (Europa-Kommissionen, 2014: 12)	51
Figur 9: "Impact on human toxicity due to the production of fabric from different fibre types" (Europa-Kommissionen, 2014: 76)	53
Figur 10: "Impact on climate change due to the production of fabric from different fiber types" (Europa-Kommissionen, 2014: 75)	54
Figur 11: "Carbon footprint all clothing in use in the UK in 2009" (WRAP, 2012 b: 37)	55
Figur 12: "The circular economy – an industrial system that is restorative by design" (MacArthur, 2013: 24)	57
Figur 13: "Affaldshierarkiet med 4R'er inkluderet" (egen udarbejdelse)	68
Figur 14: "a classification of textile reuse and recycling routes" (Sandin & Peters, 2018: 356)	70
Figur 15:"Analyseplatform" (egen udarbejdelse)	73
Figur 16: "Forenklet overblik over flows af nye og brugte tekstiler til og fra husholdninger og andre sektorer i 2016 (ton) (ROW= Rest of World)" (Miljøstyrelsen, 2018: 56)	75
Figur 17: "Velgørenhedsorganisationer, private aktører og kommuners indsamling og håndtering af tekstiler" (Miljøstyrelsen, 2018: 34)	79
Figur 18: "Indsamling og behandling af tekstiler af kommunale affaldsselskaber" (Miljøstyrelsen, 2018: 35)	81
Figur 19: "Purchase price of 1 kg of "original" and sales value of its contents" (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 66).....	86

Figur 20: "2016 Flow" (Egen udarbejdelse; Bilag 9.1)	89
Figur 21: "Typical fate and price/kg for post-sorted fractions of a lorry load of original" (Nordisk Ministerråd, 2016 a:64)	90
Figur 22: "Using and recycling fibers" (Convert, u.å. b)	100
Figur 23: "Chemical recycling of 100% polyester content waste garments" (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 78)	102
Figur 24: "Chemical recycling of cotton" (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 82).....	103
Figur 25: "We have closed the loop" (re:newcell, 2019 b).....	104
Figur 26: "re:newcell process" (Vats, 2015: 52)	105
Figur 27: "Optic fibersorting - FIBERSORT" (Valtechgroup,u.å.)	109
Figur 28: "Forbrugte stk. Tekstiler pr. Husstand pr. år" (Statistikbanken, 2019 a; Statistikbanken, 2019 b)	112
Figur 29: "Flow for Baseline-scenarie" (egen udarbejdelse; bilag 9.2).....	113
Figur 30: "Fordeling af samlet forbrug – Baseline 2025" (Bilag 9.2).....	117
Figur 31: "Flow for scenarie (B)" (egen udarbejdelse; bilag 9.3).....	118
Figur 32: "Typical fate and price/kg for post-sorted fractions of a lorry load of original" (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64; Egen markering).....	120
Figur 33: "Fordeling af samlet forbrug – Scenarie (B)" (Bilag 9.3).....	122
Figur 34: "Flow for scenarie (C)" (egen udarbejdelse; bilag 9.4)	124
Figur 35: "Typical fate and price/kg for post-sorted fractions of a lorry load of original" (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64; Egen markering).....	127
Figur 36: "Fordeling af samlet forbrug – Scenarie (C)" (Bilag 9.4).....	128
Figur 37: "Revideret affaldshierarki som følge af scenarie (C)" (egen udarbejdelse) ...	130
Figur 38: "Fordeling af samlet forbrug – Baseline-scenarie" (Bilag 9.2).....	141
Figur 39: "Fordeling af samlet forbrug – Scenarie (B)" (Bilag 9.3).....	142
Figur 40: "Fordeling af samlet forbrug – Scenarie (C)" (Bilag 9.4).....	144
Figur 41: "Oversigt over samlede håndteringsrater for scenarie" (Bilag 9.5)	146

Indledning

Hvert år bliver ca. 62 millioner t. tekstiler produceret på globalt plan. Det forventes hertil at tekstilproduktionen vil stige yderligere med 63 % frem mod 2030, grundet øget befolkningstilvækst og en stigende middelklasse (Ravn-Pedersen & Rahbek, 2017). I takt med befolkningen stiger vil ressourceforbruget kun blive større. Tekstilproduktion, forbrug og afskaffelse, er dermed væsentlige miljøproblematikker, som bruger enorme mængder ressourcer. Derfor er det nødvendigt med en omstilling af tekstilbranchen, og en minimering af ressourceforbruget heraf.

I Danmark har affaldsforbrænding løst problematikkerne omkring stigende mængder af affald (Rambøll, 2004: 4), men det er fortsat ikke alle lande, der gør brug af affaldsforbrænding, og dermed kan en stor mængde af tekstilerne risikere at blive deponeret (EPRS, 2019: 4). Samtidig er der et øget fokus på at få bestemte fraktioner udnyttet bedre end ved energiudnyttelse. EU's 7. miljøhandlingsprogram, omhandler mål for større resourceeffektivitet, samt begrænsning af den samlede affaldsmængde, der kan ses som rammebetingelserne for den nuværende affaldsplanlægning i Danmark (Miljøstyrelsen, 2014: 23). Hermed er omstillingen til en optimal udnyttelse af ressourcerne i igangsat fra EU's side. Men hvordan skal disse målsætninger implementeres i den danske affaldsplanlægning og hvorledes skal tekstilerne håndteres efter forbrug, så ressourcerne kan anvendes igen og igen?

1. Problemfelt

1.1 Ressourcer og miljø

Tekstilprodukter har et stort ressourcetræk over hele værdikæden og et stigende forbrug af tekstiler, gør kun udfordringen større. Det er en ressourcekrævende proces at dyrke bomuld og andre naturfibre til produktion af tekstiler. Bl.a. benyttes pesticider på markerne i bomuldsproduktionen, samt store vandressourcer. Hertil forekommer en række miljømæssige og sundhedsskadelige udfordringer, i forbindelse med brugen af kemikalier, samt benyttelsen af fossile brændsler, til de forskellige processer i produktionen af beklædning. Afskaffelsesfasen skaber yderligere problematikker, idet tekstilressourcen oftest tabes, enten gennem affaldsforbrænding, til produktion af energi, eller ved deponering på lossepladser, hvor tekstilerne vil udlede metan til atmosfæren (EPRS, 2019: 4). Derfor er der kommet et øget fokus på at recirkulere brugte tekstiler gennem genbrug og genanvendelse. Dette gøres med henblik på at anvende brugte tekstiler, som en ressource og undgå at store mængder tabes.

I tekstilers værdikæde er der flere områder, hvor der kan sættes ind for at mindske miljøbelastningen ved produktion og forbrug. På nuværende tidspunkt foregår produktionen af tekstiler hovedsageligt, i lande udenfor Europa, hvor produktionen særligt er størst i Asien og Mellemøsten (Pfister et al., 2009: 4102). Derfor er det valgt at fokusere primært på det sidste led i tekstilers værdikæde for Danmark. Målet er hermed at forlænge forbrugsfasen gennem genbrug og hertil genanvendelse, når produktet ikke længere er brugbart. På denne måde kan værdien af tekstilprodukter og råmaterialeressourcerne i produktet udnyttes bedre.

Dette er samtidig den generelle målsætning i EU's Affaldsrammedirektiv, som omhandler øget genbrug og genanvendelse af bl.a. tekstiler, og herved yderligere udnyttelse af ressourcerne (Affaldsrammedirektivet, 2018: Artikel 12).

1.2 Det nuværende system

I Danmark eksisterer på nuværende tidspunkt, et velorganiseret system til at aftage brugte tekstiler. Særligt ses genbrug at være organiseret af humanitære organisationer, såsom Røde Kors, UFF Humana, Kirkens Korshær m.m. Derudover er der også en tradition for at videregive brugte tekstiler, f.eks. børnetøj, til venner eller familie. Endvidere er der i de senere år i stigende grad, blevet udviklet digitale markedspladser, hvor brugere kan handle med brugte tekstiler (Miljøstyrelsen, 2014: 21-23).

Hermed eksisterer et afsætningsmarked for genbrug af tekstiler i Danmark, men genanvendelsen er meget begrænset, ligeledes på globalt plan, hvorfor recirkulering kun finder sted i et minimalt omfang. Endvidere eksporteres store mængder af de indsamlede tekstiler fra Danmark, til andre steder i verden, hvor det estimeres at kun 19 % af de eksporterede tekstiler bliver genanvendt (Miljøstyrelsen, 2018: 30). Dermed er der en væsentlig mængde af tekstilressourcen, som forsvinder fra landets grænser, og kan risikere at blive deponeret på lossepladser andre steder i verden (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 41).

1.3 Cirkulær Økonomi

Cirkulær Økonomi er en af grundtankerne bag omstillingen for tekstilbranchen, for hermed at omdanne affald til ressourcer (Europa-Kommissionen, 2019: 4 & 11). Derfor anvendes den cirkulære tankegang, som hovedparametre til at kunne analysere, hvordan den nuværende sammensætning af affaldssektoren og tekstilbranchen, vil kunne reducere brugen af virgine materialer og dermed ressourcetrækket.

Cirkulær Økonomi omhandler et brud med den lineære struktur, hvor ressourcerne fastholdes i et vugge-til-grav-system. Formålet med Cirkulær Økonomi er dermed ikke at minimere de nuværende produktionskæder, men at etablere sideløbende værdikæder, hvor der kan skabes vækst, ved at øge værdisætning af brugte materialer gennem upcycling. Dette gøres gennem vugge-til-vugge-princippet, hvor ressourcer recirkuleres tilbage i værdikæden. Cirkulær Økonomi omhandler derved effektivisering af bl.a. affaldssystemer, så ressourcerne kan fastholdes i et loop gennem genbrug og genanvendelse (MacArthur, 2013: 22-31).

Cirkulær Økonomi benyttes særligt indenfor planlægning til miljø- og affaldspolitik i EU, bl.a. gennem EU's udgivelse af '*Circular Economy – closing the loop. An ambitious Circular Economy Package*'. Hensigten er at etablere markeder for genanvendte materialer, så økonomien i sidste ende, vil være drivkraften til optimal ressourceudnyttelse (Europa-Kommissionen, 2019: 11). I en nær fremtid kan det potentielt set blive billigere at anvende råmaterialer fra eksisterende produkter, fremfor virgine materialer, så hvis det er muligt at producere nye tekstiler ud af eksisterende råmaterialer – hvorfor gøres det ikke i større grad?

1.4 Omstilling og målsætninger

I forlængelse af implementeringen af en cirkulær tankegang til affaldsområdet, forekommer en række reguleringer fra EU. Disse reguleringerne har en væsentlig betydning for omstillingen af affaldssektoren, og stiller en række krav og målsætninger til, hvorledes håndtering af affald skal forekomme fremadrettet.

I 2018 blev der foretaget en ændring af EU's *Affaldsrammedirektiv*, der beskriver hvordan tekstiler fra 2025, skal indsamles separat og indtænkes i de nationale affaldsplaner. Disse ændringer fastsætter yderligere at senest i 2025, skal forberedelse med henblik på genbrug og genanvendelse, af kommunalt affald, øges til minimum 55 i vægtprocent (Affaldsrammedirektivet, 2018: artikel 12, stk. 1 & 2, litra c)). Underliggende EU's Affaldsrammedirektiv er *affaldshierarkiet*, som kan anses for at være et regelsæt for prioriteringen af affaldshåndtering, med fokus på affaldsforebyggelse og reduktion af affald, der energiudnyttes og deponeres.

I takt med ændringerne i EU's Affaldsrammedirektiv, skal realiseres, stiller det yderligere krav til den kommunale håndtering af tekstiler i Danmark. Ved implementering af en mere cirkulær tankegang for håndteringen af tekstiler, kræves en omstilling. Tekstiler skal nu i langt højere grad genbruges eller genanvendes, fremfor at blive energiudnyttet

på forbrændingsanlæg. Derfor er der behov for en nytænkning af det danske affaldssystem og en ny strategi til hvordan EU's ændring i Affaldsrammedirektivet, kan implementeres nationalt, så der kan opnås øget recirkulering af tekstiler.

1.5 Afrunding

Dette speciale vil behandle hvorledes EU's målsætninger kan implementeres i dansk affaldsplanlægning, med fokus på at udnytte tekstilressourcerne yderligere. Der vil tages udgangspunkt i implementeringen af en cirkulær tankegang, for håndteringen af tekstiler efter forbrug, ved den kommunale affaldshåndtering. Hertil vil både muligheder, så vidt som barrierer, blive kortlagt med primært fokus på; tekstilers flow, teknologi og økonomi. Dette på baggrund af hovedformålet om at opnå bedre udnyttelse af sekundære ressourcer, gennem øget recirkulering af tekstiler fra de danske husholdninger.

Problemformulering

Hvordan er det muligt at øge recirkulering af tekstiler ved implementering af Cirkulær Økonomi, og hvilke hindringer eksisterer i den nuværende danske håndtering af tekstiler, for opnåelse af dette?

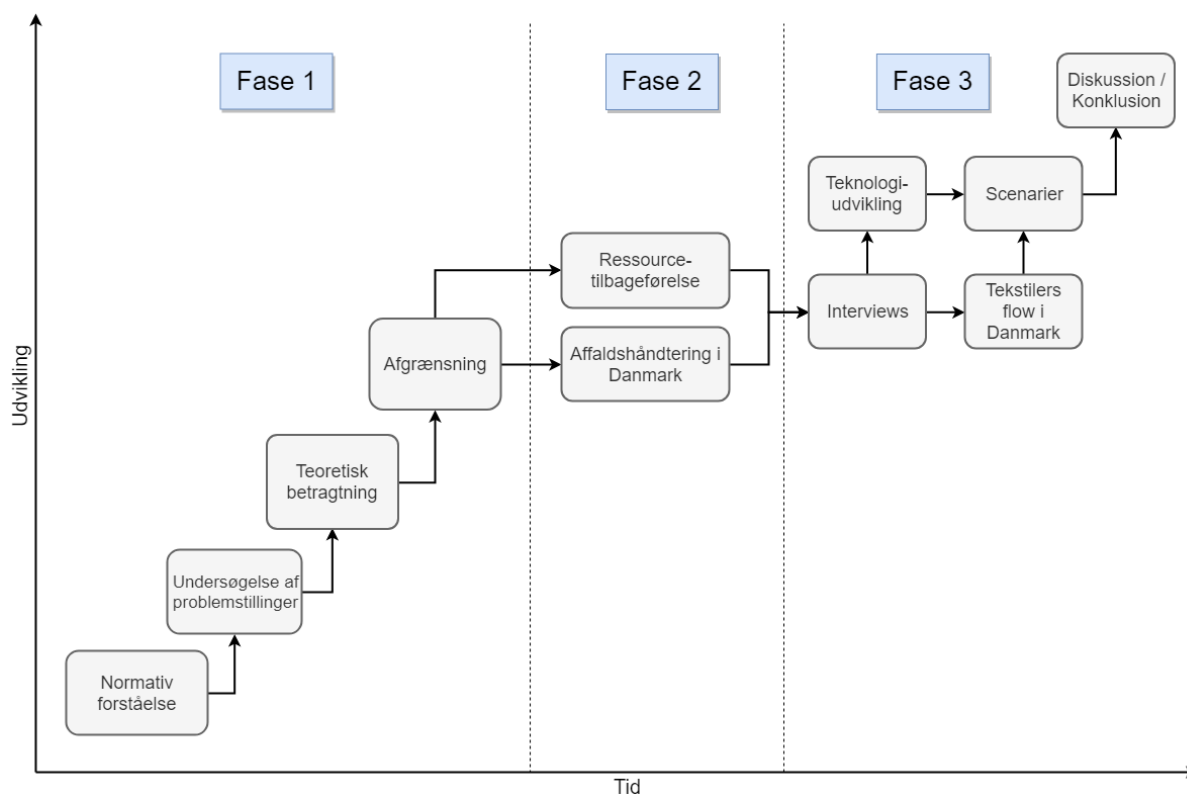
1.6 Undersøgelsesspørgsmål

1. Hvilke miljøeffekter ses ved tekstilers livscyklus?
2. Hvordan defineres Cirkulær Økonomi, og hvorledes kan det konceptualiseres i forhold til tekstiler?
3. Hvordan er håndteringssystemet for tekstiler efter forbrug, fra de danske husholdninger?
4. Hvilke problematikker eksisterer ved den nuværende håndtering af tekstiler, i forhold til affaldshierarkiets prioritering?
5. Hvordan kan teknologiudviklingen, inden for sortering og genanvendelse af tekstiler, medvirke til kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer?
6. Hvorledes kan Cirkulær Økonomi implementeres i håndteringssystemer for tekstiler i 2025?

2. Projektdesign

Dette afsnit vil beskrive specialets forskningstilgang, efterfulgt af specialets videnskabs-teoretiske overvejelser. Som afslutning på projektdesignet, fremlægges en begrebsafkla-ring samt specialets afgrænsningsområder, med en tilhørende forkortelsesliste.

2.1 Specialets forskningstilgang



Figur 1: Specialeprocessen (egen udarbejdelse)

Specialegruppen indledte specialeprocessen med en normativ forståelse for, at der i værdikæden for tekstiler er store miljømæssige effekter. Med baggrund i denne normative forståelse indledte specialegruppen med en erkendelse af, at der var behov for en yderligere undersøgelse, for at opnå den tilstrækkelige viden, i forhold til at kunne bearbejde de miljømæssige forhold i tekstilbranchen. Der blev således i den første fase af specialet, fundet frem til at det særligt var ressourcetrækket fra tekstiler, som var i specialegrup-pens interesse. Med baggrund i denne betragtning, blev det diskuteret internt, hvilke

forskningstilgange, som ville kunne belyse denne problemstilling og hertil hvilke muligheder, der ville være for at imødekomme denne. Herfra erkendte specialegruppen at hvis de miljømæssige effekter, med udgangspunkt i ressourcetrækket i tekstilbranchen skulle granskes, skulle der tages udgangspunkt i en reduktion af ressourcetrækket. I den forbindelse blev det vurderet at brugen af Cirkulær Økonomi, ville være en mulighed for at give et teoretisk syn på hvilke initiativer, som kunne medvirke til en reduktion af ressourcetrækket fra tekstilbranchen.

Det blev dog hurtigt vurderet at tekstilbranchen favner bredt, hvorfor der var behov for at afgrænse specialets omfang til en mere håndgribelige problemstilling. Derfor var næste fase i specialegruppens erkendelse, at det var nødvendigt at have et mere nationalt fokus på tekstilbranchen. Derfor blev det vurderet at det nuværende genbrugsmarked for tekstiler, havde interessante problemstillinger, der ligeledes kunne relateres til ressourcetræk. Det efterfølgende step var derfor at undersøge genbrugsmarkedet, hertil de relevante aktører, som agerer heri. Ønsket var at undersøge hvorfor så lille en andel af de tekstiler, der importeres til Danmark, ender med at blive tilbageført som ressourcer til den oprindelige værdikæde.

Dette indledte næste fase, hvor specialegruppen hensigt var at undersøge mulighederne for at implementere principper fra Cirkulær Økonomi i det danske håndteringssystem for brugte tekstiler. Her blev det valgt at få et indblik i denne branche ved at interviewe relevante aktører, som står for indsamling og sortering af genbrugstekstiler i Danmark.

Specialegruppen erkendte på baggrund af disse interviews at der var et behov for teknologiudvikling, som i ikke eksisterer i systemet, hvis en øget recirkulering skulle finde sted. Dette ledte yderligere frem til et EU-perspektiv, for at vurdere hvorledes en øget recirkulering fungerer i andre europæiske lande. Med baggrund i den opnåede viden omkring teknologiske muligheder udmundede dette i specialets nuværende fokus på fremtidsscenarier, med fokus på implementering af teknologier og lovgivningsmæssige rammer, som danner grundlaget for den fremtidige håndtering af tekstiler i det danske affaldssystem.

2.2 Videnskabsteoretiske overvejelser

Specialets brug af videnskabsteori bunder i en normativ kritik, som med udgangspunkt i værdiforestillinger, har til hensigt at fremsætte alternativer til det nuværende systems håndtering af tekstiler (Nielsen, 2006: 15). Dette gøres ud fra værdiforestillinger om ideelle ressourceudnyttelse, med prioritering af miljømæssige hensyn. Værdiforestillingerne sigter herfor efter en forandring for tekstilbranchen, hvor både økonomi og miljø sammentænkes. Den normative kritik baseres oftest på en idé om, hvad bør være, som modsætningen til hvad er (Nielsen, 2006: 15). Specialets normative kritik er hermed en forestilling om at der bør forekomme en reduktion i ressourcetrækket ved øget recirkulering af tekstiler, frem for det nuværende systems udelukkende fokus på genbrug. Formålet er derfor at opnå en cirkulær omstillingen af tekstilbranchen med forankring i værdiforestillingerne, som specialets normative kritik udspringer af.

Replicerbarhed

Specialets undersøgelse er primært baseret på data udgivet af myndigheder. Hertil er der foretaget undersøgelser, hvor resultaterne er tilgængelige i bilag. Den metodiske transparens forventes at gøre det muligt, at foretage en lignende undersøgelse. Ved samme normative tilgang forventes det at være muligt, at komme frem til resultater, der er tilsvarende specialets. Dog vil et nyt øjebliksbillede af forholdene og de lovgivningsmæssige rammer for håndteringen, kunne ændre på de resultater, der vil forekomme, af en lignende undersøgelse.

Reliabilitet

Specialet forholder sig til det nuværende system, og er primært funderet i den nuværende gældende lovgivning. Dermed tages der udgangspunkt i de tilstedeværende rammer for aktørerne, i håndteringssystemet for brugte tekstiler. Hertil er den indsamlede empiri et billede på den viden, der eksisterer på det pågældende tidspunkt for udarbejdelsen af specialet. Derfor gives et øjebliksbillede på forståelserne, der er gældende for de udvalgte aktører. Qua specialets idealistiske værdiforestilling, kan dette tolkes, og dermed afspejle pålideligheden svarende til den forståelse modtageren har. Flere af specialets underliggende tankegange er blevet diskuteret med de udvalgte informanter, der repræsenterer

nogle af de største aktører i tekstilbranchen. Informanterne udviste overvejende enighed med flere af de scenarier, der blev præsenteret og diskuteret, under de foretagne interviews. Dette vurderes at medvirke til at øge specialets pålidelighed. Yderligere interviews foretaget med informanter fra øvrige led i værdikæden, eller informanter med modstridende holdninger, ville kunne medvirke til at øget pålidelighed.

Anvendelighed og relevans

Forholdene for specialets gyldighed, er afhængige af muligheden for at omsætte den viden og de forslag, der fremlægges i specialet i praksis. Specialet forventes at kunne anvendes af aktører, der arbejder med håndteringen af tekstiler. Hertil aktører, der medvirker til planlægning af affaldshåndteringen, for at give et indblik i mulige forbedringer, der kan forekomme ved implementering af Cirkulær Økonomi. Til dette er der foretaget en kortlægning af mulige fremtidsscenerier, med betragtninger i forhold til systematiske ændringer, der bunder i en forventning om teknologisk udvikling. Dermed omhandler anvendeligheden og relevansen i specialet, hvorvidt en lignende teknologisk udvikling finder sted i perioden frem mod scenariernes fremskrivning anno 2025.

Generaliserbarhed

Specialet forholder sig til et specifikt afgrænset område i affaldshåndteringen. Forholdene for håndteringen af tekstiler har som følge af interviews med aktører i andre lande i EU, vist sig at være generaliserbare i nogen grad. Derfor vil det være muligt at benytte de generelle betragtningerne fra dette speciale, som udgangspunkt for en ændring af rammerne for tekstilhåndteringen i lande, der har et håndteringssystem tilsvarende det, der ses i Danmark.

2.3 Begrebsafklaring

Dette afsnit indeholder forklaringer på, hvorledes de væsentligste benyttede begreber anvendes gennem specialet. Hertil en oversigt over generelle forkortelser. Igennem specialet vil begreber, som ikke bruges hyppigt, indeholde en fodnote med kort en beskrivelse.

End-use: Med end-use henvises til tekstiler efter forbrug.

Flow: Beskriver de faser tekstiler gennemgår i livscyklussen. Dog er tekstilflowet i Danmark primært rettet mod efterforbrugssystemerne med henblik på indsamling, sortering og genbrug/genanvendelse eller anden afskaffelse.

Tekstiler/tøj/beklædningsgenstande: Tekstiler anvendes som det overordnede begreb for alle tekstiler, dog udelukkende med fokus på husholdningstekstiler. Hvorimod tøj og beklædningsgenstande bruges mere specifikt, om produkter man kan iføre sig, eksempelvis genbrugstøj.

Private indsamlere/private aktører: Henviser til de private organisationer og virksomheder, som arbejder med indsamling af tekstiler, såsom nødhjælpsorganisationen Røde Kors.

EU's målsætninger: Henviser til EU's øget krav i det reviderede Affaldsrammedirektiv fra 2018. Der redegøres for målsætningerne i teori og begrebsanalysen.

Ressourcer og ressourcetilbageførsel: Ressourcer henviser til vandforbrug, kemikalieforbrug og næringsstoffer, samt drivhusgasudledninger, der hovedsageligt benyttes i produktionsfasen. Yderligere gennemgang af disse miljøeffekter forekommer i review (I). Ressourcetilbageførsel omhandler af de førnævnte ressourcer, som skal recirkuleres og dermed bibeholdes i et loop, frem for at blive energiudnyttet eller deponeret.

Recirkulering: Henviser til en overførsel af ressourcer, produkter eller materialer, igennem enten genbrug eller genanvendelse.

2.4 Forkortelser

CØ: Cirkulær Økonomi

LCA: Life Cycle Assessment

C-2-C: Consumer to consumer (forbruger til forbruger)

PSS: Product-service-systems

EPR: Udvidet producentansvar

4R: Reduce, Reuse, Recycle, Recover (reduktion, genbrug, genanvendelse, genvinding)

ROW: Rest of the world (Resten af verden)

2.5 Afgrænsning

Dette speciale afgrænser sig fra forskellige parametre, som kort vil redegøres for i dette afsnit. Fravalgene er foretaget primært for at opnå så specifikke resultater som muligt.

Som udgangspunkt er hovedfokus i dette speciale på recirkulering af tekstiler efter forbrug. Det har i denne forbindelse været nødvendigt at rammesætte hvilke miljøeffekter, der ses ved produktion af tekstiler, på trods af dette ikke er hovedfokus. Dermed berøres problematikkerne ved produktionen af tekstiler i review (I), som dermed skaber rammen for, hvorfor der skal fokuseres på recirkulering af tekstiler, idet det påvises, hvor stort et ressourcetræk produktionen har.

Der er hertil afgrænset fra de humanitære konsekvenser produktionen af tekstiler har, selvom der kan argumenteres for, at dette er en del af det sociale bæredygtighedsperspektiv.

Endvidere er specialet dannet specifikt med udgangspunkt i det danske håndteringssystem for tekstiler, dog med enkelte teknologiske eksempler fra andre europæiske lande. Overordnet set er der dog afgrænset til et dansk perspektiv, hvorfor kortlægningen af flowet, ses ud fra danske aktører, med inddragelse af hvilke muligheder, der eksisterer i andre europæiske lande.

Det har ligeledes været nødvendigt at foretage en afgrænsning af det samlede flow for tekstiler, hvorfor det er valgt kun at arbejde med husholdningstekstiler. Hermed er der afgrænset fra de offentlige- og private virksomheders tekstilflow.

3. Metode kapitel

I dette metodekapitel vil det beskrives hvorledes, samt hvilke metoder, der er udvalgt og benyttet til specialets vidensindsamling. Der vil i det følgende afsnit være en kort introduktion til brugen af *mixed methods*, som er anvendt i udarbejdelsen af specialet, samt begrundelsen herfor. Herefter følger en beskrivelse af udarbejdelsen af de to reviews, herunder kriterier for udvælgelsen af videnskabelige artikler. Efterfølgende vil der være en gennemgang af de metodiske overvejelser i forhold til scenariefremskrivning. Hvorefter det semistruktureret forskningsinterview vil præsenteres. I forlængelse af dette, vil de udvalgte informanter beskrives, samt hvilke organisationer eller virksomheder de repræsenterer. Afslutningsvist vil der være en beskrivelse af de metodiske overvejelser, der har fundet sted i forbindelse med specialegruppens sorteringsforsøg. Opfulgt af en kritisk refleksion, over anvendelsen af metoder.

3.1 Mixed Methods

Gennem specialet er der gjort brug af forskellige metodikker for at afklare og opnå mere afdækkende komplementær viden. Der anvendes dermed *mixed methods*. Det er væsentligt for specialets tilgang til problemstillingen at få afdækket om det, der nævnes teoretisk, også udføres i praksis. Ved denne tilgang kan der opnås viden omkring forskellige aspekter gennem forskellige metodikker. Denne tilgang skal anses som et analytisk supplement, til en uddybende forståelse af hovedproblematikken (Frederiksen, 2015: 200-201).

Hovedrapporter

Til opbyggelsen af viden, som i sidste ende skal udmunde i en besvarelse af specialets problemformulering, er der anvendt forskellige tilgange, til indsamling af viden og empiri. Indledningsvist har der været særligt fokus på en række hovedrapporter:

Europa-Kommissionens '*Environmental Improvement Potential of Textiles*' fra 2014, Nordisk Ministerråds '*Prevention of Textile Waste*' fra 2012, Miljøstyrelsens '*Kortlægning af tekstilflows i Danmark*' fra 2018, samt to udgivelser fra WRAP, henholdsvis '*Review of Data on Embodied Water in Clothing Summary Report*' (WRAP, 2012 a) og '*A Carbon Footprint for UK Clothing and Opportunities for Savings*' (WRAP, 2012 b). Fælles for disse rapporter er, at de alle belyser miljømæssige problemstillinger i forhold til tekstilbranchen gennem udarbejdede Life Cycle Assessments og flowanalyser.

Reviews

I forlængelse af hovedrapporterne er der udarbejdet et review over centrale miljøproblematikker, som er forbundet med tekstilbranchen (*Efterf. review (I)*). Review (I) er udarbejdet med baggrund i at validere de ovennævnte hovedrapporters konklusioner, særligt med henblik på *vandforbrug, kemikalier & næringsstoffer* samt *drivhusgasudledning*.

Herefter er der afdækket forskellige videnskabelige artikler om begrebet Cirkulær Økonomi, hvor den metodiske fremgangsmåde, ligeledes har været udarbejdelsen af et review (*Efterf. Review (II)*). I forhold til Cirkulær Økonomi har det være nødvendigt at konceptualisere denne tankegang således, at der gennem specialet hersker én klar forståelse

for begrebet. Dette gøres for at kunne diskutere hvorledes Cirkulær Økonomi, kan implementeres i affaldshåndteringen i Danmark, med henblik på tekstiler.

Det er således validering af hovedrapporterne, samt en konceptualisering af Cirkulær Økonomi, som har været hovedårsagerne til udarbejdelse af de to reviews.

Scenariefremskrivning

På baggrund af den indsamlede og udarbejde viden, vil der benyttes scenariefremskrivning som den metodiske tilgang, til at undersøge hvordan et fremtidigt håndteringssystem for tekstiler kan kortlægges. Dermed benyttes alle de øvrige metodikker som udgangspunkt for scenariefremskrivningen.

Semistrukturerede forskningsinterview & sorteringsforsøg

Til supplement af de øvrige metodikker, er der blevet anvendt det semistruktureret forskningsinterview til indsamling af empiri. Interviewpersonerne er udvalgt på baggrund af deres viden og erfaring med genbrug og genanvendelse af tekstiler.

Herudover er der udført et sorteringsforsøg, hvor specialegruppen i praksis har sorteret tekstiler manuelt, indsamlet fra danske husholdninger. Formålet med dette forsøg er ligeledes at validere den indsamlede viden fra hovedrapporterne, med derudover også at skabe ny viden på baggrund af de data, som er opnået ud fra sorteringsforsøget.

3.2 Review (I) - Vedrørende miljøeffekter ved tekstilers livscyklus

Formålet med specialets første review, er at give en analyse af de mest fremtrædende miljøpåvirkninger, der gør sig gældende ved de forskellige faser i tekstiler livscyklus. Ved at udarbejde reviewet er formålet at undersøge hvorvidt informationer, data og konklusioner, i de fremfundne videnskabelige artikler, stemmer overens, samt hvorvidt der er uoverensstemmelser i forhold til hovedrapporterne, med henblik på den nyeste viden inden for undersøgelsesfeltet.

Kriterier for udvælgelse af videnskabelige artikler:

Scopet i dette review omhandler at undersøge den aktuelle viden inden for undersøgelsesfeltet, vedrørende miljøpåvirkninger, særligt med fokus på forskellige tekstiltyper. Metodisk er fremgangsmåden, til udvælgelse af de forskellige videnskabelige artikler, baseret på en litteratursøgning på databasen: *web of science*. For at afgrænse mængden af videnskabelige artikler inden for undersøgelsesfeltet, blev der udvalgt nogle specifikke søgeord. Søgningen der blev foretaget, var således: "*Textile* LCA* Environmental* Impact**". Baggrunden for valget af netop disse søgeord, omhandler ønsket om at udvælge artikler, der fokuserer på LCA-analyser, enten med særligt fokus på enkelte tekstiltyper, eller enkelte led af værdikæden.

Denne søgning frembragte 94 søgeresultater. Ud fra disse søgeresultater er alle artiklerne gennemgået. I første fase blev de artikler, der ikke omhandlede LCA-analyser, eller havde fokus på udvikling af nicheteknologier, nye forretningsmodeller etc., frasorteret. Formålet med reviewet er at undersøge hvilke miljøeffekter, der ses for forskellige fibertyper, hvorfor det blev besluttet at foretage en yderligere indsnævring i forhold til udvælgelse af artikler.

Dette blev gjort med fokus på fire forskellige søgeord: "*Cotton*, Polyester*, Cellulose* og Synthetic fiber**". Dermed fravælges de artikler, der ikke beskæftiger sig med én eller flere af de oplyste fibertyper eller sammensætninger, da flere af de videnskabelige artikler omhandler, f.eks. puder, dyner eller andre boligtekstiler, som ikke er omfattet af dette speciales undersøgelsesfelt. Alternativet med at søge på "*Garment**" er problematisk, idet dette ord typisk ikke benyttes, da tekstiler oftest omtales i fibertyper frem for tøjtyper. Afgrænsningen i forhold til fibertyper resulterede i 44 artikler. Fravalget begrundes i ønsket om at undersøge de mere generelle tendenser og dermed koble disse til hovedrapporterne. De udvalgte artikler er derfor med til at danne et aktuelt overblik over de miljøpåvirkninger, der finder sted i det eksisterende system.

Denne afgrænsning kan medføre at artikler, der omhandler nye metoder til eks. design med fokus på genanvendelse, ikke indarbejdes aktivt i reviewet. Dette er dog ikke hovedfokus for dette review, hvor ønskes er at påvise miljøeffekter ved den nuværende fremgangsmåde for tekstilproduktion.

3.3 Review (II) - Vedrørende Cirkulær Økonomi for tekstiler

Formålet med dette review er at undersøge den nyeste viden inden for undersøgelsesfeltet vedrørende Cirkulær Økonomi. I den forbindelse har der særligt været fokus på genanvendelsesmuligheder for tekstiler. For at give et mere nuanceret billede af, hvilke forståelser, der eksisterer inden for Cirkulær Økonomi, benyttes reviewet til at gå i dybden med videnskabelige artikler, som berører emnet, i forhold til tekstiler. Der er foretaget et studie af udvalgte artikler, for at danne et overblik over hvilke områder, der allerede er afdækket og dermed finde frem til de områder, hvori specialet kan bidrage med ny viden.

Review (II) vil indledningsvist beskrive de mest anvendte definitionerne af Cirkulær Økonomi. Til understøttelse af en konceptualisering af Cirkulær Økonomi benyttes et eksisterende review af Kirchherr et al. fra 2017.

Review (II) vil benytte de mest anvendte definitioner til at undersøge hvilken opfattelse, der gør sig gældende i forhold til begrebet Cirkulær Økonomi, inden for det videnskabelige undersøgelsesfelt. Denne viden vil benyttes til at definere specialets forståelse af Cirkulær Økonomi i forhold til tekstilbranchen. I den forbindelse vil specialets forståelse af Cirkulær Økonomi, ses i forhold til den nuværende lovgivning indenfor affaldsområdet, baseret på EU's Affaldsrammedirektiv samt national lovgivning i Danmark.

Kriterier for udvælgelse af videnskabelige artikler:

Der er ligeledes foretaget en litteratursøgning efter videnskabelige artikler på databasen *web of science*. For at afgrænse mængden af søgeresultater, blev det valgt at tage udgangspunkt i tre søgeord. Søgeordene var således: "*Circular Economy* Recycling* Textile**".

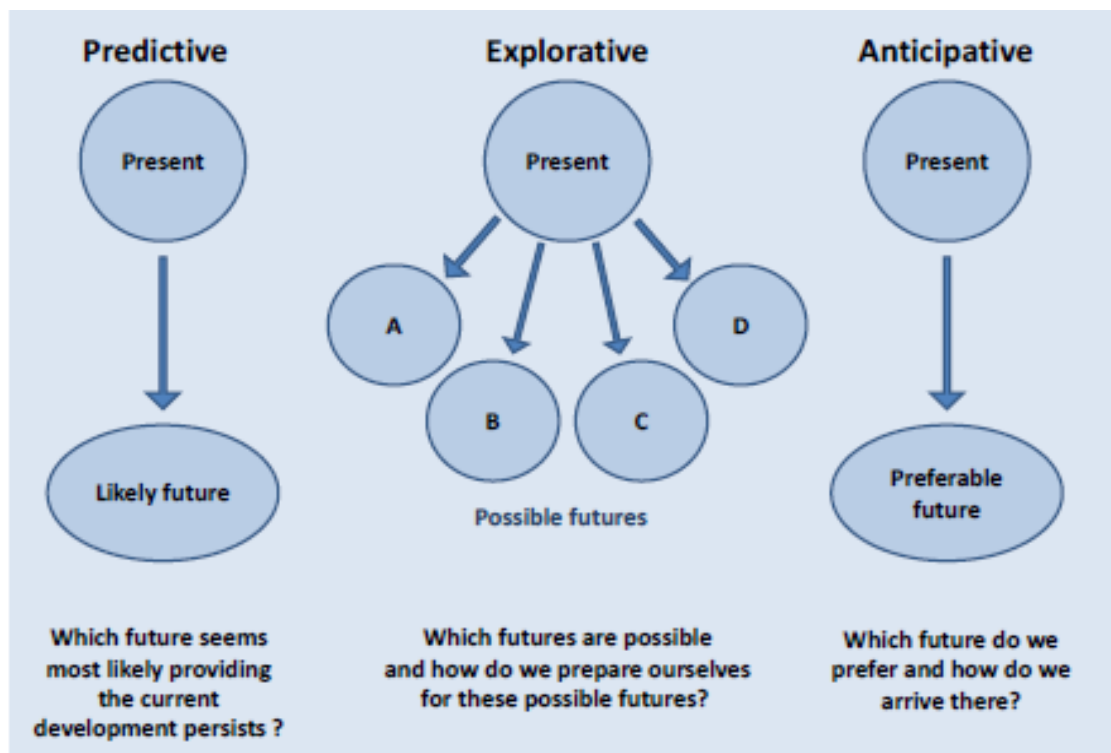
Denne søgning gav 28 resultater, hvoraf 24 var tilgængelige og 1 artikel blev udeladt på baggrund af manglende relevans. De resterende 23 videnskabelige artikler danner grundlaget for review (II). Afsnittet er opdelt i underemner, der er tilpasset et overlap mellem specialets fokus og artiklernes undersøgelsesfelter. Der har i den forbindelse særlige været fokus på de forskellige videnskabelige artiklers divergerende forståelser af Cirkulær Økonomi. Der er ikke udelukket nogle artikler på baggrund af aktualitet, hvilket skyldes at Cirkulær Økonomi fortsat er et relativt nyt begreb.

3.4 Scenariefremskrivning

Dette afsnit vil præsentere den metodiske fremgangsmåde i forhold til specialets anvendelse af scenariefremskrivning. Metoden vil anvendes gennem specialet, til at analysere forskellige scenarier, i forhold til udviklingen af håndteringen af tekstiler i fremtiden.

“Scenarier kan ses som systematiserede visioner for en organisation eller et fokusområdes fremtidige udviklingsmuligheder” (Andersen & Rasmussen, 2014: 25). Det er netop disse udviklingsmuligheder som skal frembringes gennem udarbejdelse af forskellige scenarier, med fokus på at opnå målsætninger fra EU’s Affaldsrammedirektiv. Scenarierne udarbejdes med henblik på forskellige mulige resultater. Disse resultater tager højde for, at der kan være forskellige udviklingstendenser, som medvirker til at scenarierne er forskellige. Et scenarie kan beskrives som en serie af hændelser der har til formål at demonstrere udviklingsmuligheder og konsekvenser heraf (Andersen & Rasmussen, 2014: 25).

Som det er illustreret i figur 2, kan der ses tre forskellige grupper af scenarier. De forskellige scenarier vil uddybes efterfølgende.



Figur 2: "Three Main Groups of Scenarios" (Andersen & Rasmussen, 2014: 26)

Predictive scenario: Det prædiktive scenarie sigter efter den meste plausible fremtid, baseret ud fra den nuværende kontekst og udvikling. Dette scenarie er også kendt som '*business-as-usual*', eller '*baseline*'.

Explorative scenario: Dette scenarie udfolder en serie af forskellige plausible scenarier, fælles for scenarierne er, at de alle fokuserer på *specifikke drivers*, der kan medføre en realisering af de fremtidige udviklingsscenarier.

Anticipative: Denne scenariebeskrivelse har en mere normativ tilgang, hvor den sigter mod at skabe konsensus omkring en fælles vision, og på basis valg og prioriteringer, realisere disse visionerne. Scenariebeskrivelsen indebærer en planlægning som arbejder bagud fra den givne målsætning, derfor omtales den også som '*backcasting*' (Andersen & Rasmussen, 2014: 25-26). Fordi specialet ikke udelukkende arbejder med realiseringen af ét fremtidsscenario, men i stedet fokuserer på flere plausible scenarier, vil det anticipative scenarie ikke benyttes.

Det prædiktive scenarie vil benyttes til at fremskrive et baseline-scenarie for den forventede udvikling af håndteringen af tekstiler i 2025. Dette gøres på baggrund af en analyse af det nuværende system, for håndtering af tekstiler i Danmark. Baseline-scenariet bygger på præmissen om, at der ikke forekommer nogle radikale udviklingstendenser i det nuværende system. Scenariet vil blive præsenteret i delanalyse 3.

Den eksplorative tilgang, fungerer som den primære metodiske fremgangsmåde scenariefremskrivning. Det eksplorative scenarie vil igennem specialet, benyttes til at vurdere forskellige mulige udviklingstendenser inden for håndteringen af tekstiler. Hertil vil der være fokus på hvilke *drivers*, der kan være medvirkende til en realisering af disse forskellige scenarier (Andersen & Rasmussen, 2014: 26). Analysetilgangen til de eksplorative scenarier, er baseret på en konceptualisering af fremtidsmulighederne, i forhold til at øge recirkuleringen af tekstiler. Der er udarbejdet to eksplorative fremtidige scenarier med fokus på tekstilers flow og udviklingsmuligheder, disse præsenteres ligeledes i delanalyse 3.

3.5 Det semistrukturerede forskningsinterview

I dette afsnit vil det blive beskrevet, hvilke overvejelser, der har været i forbindelse med udførelsen af de semistruktureret interviews. Gennem specialet er der udvalgt specifikke informanter, som er blevet interviewede, for at opnå yderligere viden om håndtering af tekstiler. Metoden er udvalgt for at opnå en forståelse for, hvorledes det danske system for håndtering af tekstiler er opbygget. Hertil hvilke muligheder der eksisterer for genanvendelse af tekstiler, med udgangspunkt i udvalgte projekter etableret i Europa. Dette har til formål at kortlægge potentialerne for at øge genanvendelsen af tekstiler i Danmark, samt afsætningsmulighederne for tekstiler fra den danske husholdningsaffaldsfraktion. I forlængelse af dette har metoden ligeledes givet indblik i de økonomiske forhold inden for henholdsvis genbrug og genanvendelse af tekstiler.

Det semistruktureret interview forløber gennem en interaktion mellem forskerens spørgsmål, hvoraf nogle er planlagte på forhånd, samt interviewpersonens svar. De fastlagte forskningsspørgsmål kan fungere som styrende for interviewet, hvilket dog ikke er ensbetydende med, at interviewereren ikke kan afvige fra disse. Derfor er den semistruktureret interviewform udvalgt, da det er muligt at følge fortællingen og stille opklarende spørgsmål undervejs. De forskellige semistrukturerede interviews er udført på baggrund af udarbejdede interviewguides, der kan ses i bilag (2, 3, 4 & 5). En god interviewguide bygger på viden om de mennesker og feltet som forskeren er interesseret i at undersøge (Tanggaard & Brinkmann, 2015: 36-38). Derfor benyttes forskellige interviewguides, der er tilpasset den enkelte interviewperson.

Bearbejdelse af interviews

De semistrukturerede interviews er indledningsvist, forarbejdet gennem udarbejdelsen af en interviewguide, samt ved brug af lydoptager, hvorefter de forskellige interviews er transskriberet. Dette er gjort med udgangspunkt i at kunne benytte den indsamlede empiri til at analysere de forskellige informanternes synspunkter og holdninger til videre brug i analysen. De transskriberede interviews med tilhørende interviewguide, kan ses i bilag (2, 3, 4 & 5).

Empiri

Dette afsnit er en oversigt over de informanter, som har været en del af empiriindsamlingen gennem specialet. Der er blevet benyttet forskellige måder til empiriindsamlingen. Der er både blevet foretaget fysiske interviews, samt video- og telefonsamtaler. Der vil komme en beskrivelse af hver af de forskellige informanter, samt hvorfor netop disse informanter er udvalgt, herunder deres tilknytning til forskellige organisationer og virksomheder. Yderligere information om informanter kan ses af bilag 1, hvortil yderligere informanter forsøg kontaktet også fremgår.

De forskellige informanter vil blive oplistet i tabel 1, i kronologisk rækkefølge, i forhold til tidspunktet for de foretagende interviews.

Tid og Sted	Interviewperson	Organisationer	Interviewtype
12. januar, 2019, RUC Indledende møde "Projekt-PARCK"	Carsten Vest Rasmus- sen, Jesper Bøttcher, Lene Sehested	Vestforbrændingen Gate 21 Rødovre Kommune	Samtale
27. februar, 2019, med Fibersort	Hilde van Duijn, Natalia Papu	Fibersort	Videointerview
26. marts, 2019, Røde Kors - Køben- havn	Tina Donnerborg	Røde Kors	Fysisk interview
28. marts, 2019, UFF Humana - Havdrup	Kaj Pihl	UFF Humana	Fysisk interview & rundvisning
3. april, 2019, Re:newcell	Harald Cavalli-Björk- man	Re:newcell	Videointerview
1. april, 2019 Convert	Christina Lundby	Convert	Telefonisk sam- tale
2. maj, 2019 Trasborg - Taa- strup	Ergün Arkin	Trasborg	Fysisk samtale, rundvisning & sorteringsforsøg

Tabel 1: "Udført empiriindsamling" (egen udarbejdelse)

3.6 Sorteringsforsøg - indsamling af viden i praksis

Dette afsnit vil være en beskrivelse af specialegruppens sorteringsforsøg, samt hvilke metodiske overvejelser som har dannet grundlaget for feltarbejdet.

Sorteringsforsøget er udført den 2. maj 2019, hos indsamling- og sorteringsvirksomheden Trasborg. Specialegruppen fik tildelt 10 sække (samlet 99 kg.) med indsamlede tekstiler fra husholdninger. Tekstilerne stammede fra Trasborgs egne containere, og kom fra udefinerede steder i Danmark. Tekstilerne blev herefter udsorteret manuelt i forskellige kategoriseringer.

Formålet med sorteringsforsøget var at undersøge hvilke materialer, der kommer ind i genbrugssystemet, hos den største danske private indsamlings- og sorteringsvirksomhed. Dernæst var formålet at vurdere, om det var muligt at udsortere manuelt efter fibertyper, særligt med henblik på den fraktion, som var genanvendelsesegnet. Med sorteringsforsøget ønskes det at opnå en mere uddybende viden omkring konkrete tekstilfraktioner. Forsøget skal anses som en stikprøve, med det formål, at udvide specialets viden omkring kvalitet og specifikationer i de indsamlede tekstilmaterialer.

I forlængelse af dette, fremførte specialegruppen nogle forudindtagede forventninger til sorteringsforsøget, baseret på den allerede indsamlede viden, forventningerne var:

- Størstedelen af de indsamlede beklædningsgenstande fra husholdninger er i fibertypen bomuld eller polyester.
- Størstedelen af de indsamlede beklædningsgenstande er genbrugsegnet.
- Den kategori, som egner sig til genanvendelse, er i lav kvalitet.
- Der sorteres ikke efter fibertypen, men kun kvalitet.

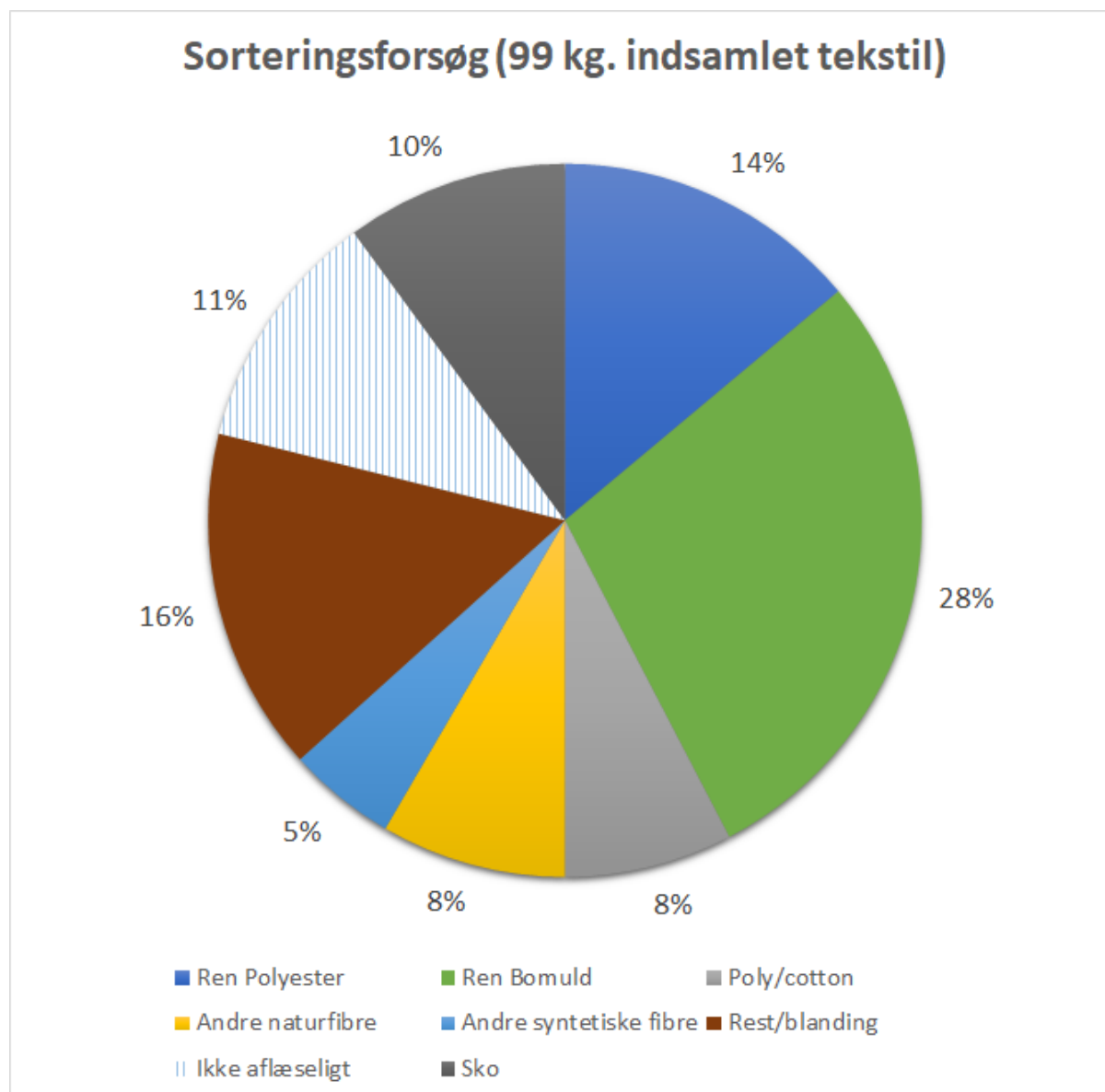
Endvidere blev tekstilerne kategoriseret efter opsatte parametre efter fibertypen. Herved om tekstilerne bestod af:

- *Ren polyester (98 %)*
- *Ren bomuld (98 %)*
- *Blanding af polyester og bomuld*
- *Andre cellulose typer*
- *Andre syntetiske fibertyper*
- *Blandede fibertyper*

Hertil blev der kategoriseret efter hvor meget affald, sko og ikke læselige tekstiler materialer, der blev sorteret.

Resultater af sorteringsforsøg

Sorteringsforsøget blev foretaget af 99 kg. indsamlede tekstiler. Heraf var 9,5 kg affald. Resultaterne af sorteringsforsøget kan ses på nedenstående dataark hvor affald er udtaget af beregningerne. Derfor ses der et resultat af sorteringsforsøget som følgende:



Tabel 2: "Fordeling af fibertyper fra sorteringsforsøg" (Bilag 8)

Specialegruppen fik samtidig et indblik i Trاسبorgs sortering og blev guidet til hvorledes sorteringen foregår hos dem af Productions Manager Ergün Arkin. Der blev bl.a. stillet opklarende spørgsmål angående Trاسبorgs sorteringskriterier, samt økonomien i de forskellige fraktioner.

Som det fremgår af ovenstående figur, kan de opstillede forventninger til dels bekræftes. Først og fremmest kan det bekræftes at den største andel af de indsamlede tekstiler består af bomuld, dernæst polyester og tredjestørst en blanding heraf. Disse udgør over 58 % af den sorterede fraktion. Endvidere er 62 % af det specialegruppen sorterede, kvalificeret som tekstiler til genbrug, hvilket bekræfter forventningen om at størstedelen er genbrugseget (Bilag 8).

Den genanvendelig fraktion er sværere endegyldigt at bekræfte kvaliteten af. Ergün Arkin guidede specialegruppen for udsortering til genanvendelse, og hvis tekstilerne var gået i stykker, blev de kvalificeret til genanvendelse. Dermed var nogen af de udsorterede tekstiler til genanvendelse i lav kvalitet, mens andre blot havde en revne eller et hul. Denne forventning er derfor hverken be- eller afkræftet, grundet for stor variation i fraktionen. I forhold til den sidste tese, oplyste Arkin, specialegruppen, om at den økonomiske gevinst i genanvendelsesfraktionen er begrænset. Dette er samtidig forklaringen på, hvorfor sorteringen foregår efter kvalitet til genbrug, da kvaliteten afgør prisen for videresalg. Arkin fortalte endvidere at der på nuværende tidspunkt, ikke er noget belæg for sortering efter fibertyper (personlig ref. Ergün Arkin).

3.7 Kritisk refleksion over anvendelse af metoder

Dette afsnit vil reflektere kritisk over de metoder, som er anvendt til vidensindsamling gennem specialet. Hertil vil der være yderligere overvejelser over hvilken betydning, netop disse tilvalg, har for specialets måde at indsamle viden på. Andre metodiske til- og fravalg vil derfor kunne frembringe andre resultater.

De grundlæggende overvejelser omkring specialets metoder beror på forholdet mellem teori og praksis. Derfor har der være udgangspunkt i en række hovedrapporter, som har skabt de teoretiske rammer for forståelsen af problemstillinger, vedrørende tekstilers livscyklus. Hertil har de metodiske overvejelser været med til at skabe en validering af disse hovedrapporters konklusioner, hvilket er gjort gennem de to reviews. I kraft af at det udelukkende er valgt at benytte én database, er der mulighed for at andre videnskabelige artikler ville være fremfundet, ved brug af en anden database.

Med baggrund i dette, har empirien fra de foretagende interviews, haft til formål at beskrive de praksisorienterede forhold, som gør sig gældende i tekstilbranchen. Der er dermed undersøgt hvordan de forskellige organisationer, håndterer tekstiler og hvordan deres egne interesser for fremtiden, afspejler sig. Ved brugen af det semistruktureret forskningsinterview, er de interviewede informanter, repræsentanter for deres pågældende organisation/virksomhed, hvorfor det er væsentligt at forholde sig kritisk til de informationer, som fremlægges, da der kan være særlige agendaer, i forhold til at profilerer deres organisation eller virksomhed på en bestemt måde.

Sorteringsforsøget blev udført ud fra en række kriterier, som beskrevet i metodeafsnittet. Dog skal forsøget kun anses som en stikprøve, idet der kun er sorteret samlet vilkårlig mængde på 99 kg. Derfor anses de opnåede data med en væsentlig usikkerhed, i forhold til hvor stor en procentdel, der udgør de specifikke fibertyper.

Scenarierne er baseret på et enkelt datasæt fra Miljøstyrelsen, hvorfor der kan være usikkerheder i forhold til scenariefremskrivningerne. Dette er grundet manglende data omkring tekstilers håndtering og det samlede flow i Danmark. Der tages derfor ikke højde for andre forbehold eller udviklinger i samfundet, der kunne have betydning for scenariernes fremstilling.

4. Teori- og Begrebsanalyse

Dette kapitel vil beskrive den teoretiske forståelse, der ligger til grund for specialets undersøgelse og videre analyse. Kapitlet vil indledningsvist beskrive de grundlæggende lovgivningsmæssige principper, der gør sig gældende for tekstilsektoren. Derefter forekommer to reviews, der fungerer som kapitlets hovedområde i forhold til videre analyse.

Første del af kapitlet vil derfor omhandle de grundlæggende lovgivninger og rammebetingelser omkring affaldshåndtering. Dette skal give et indblik i planlægningen og håndtering af tekstiler i Danmark og EU.

Kapitlets hovedområde vil præsentere det nyeste vidensgrundlag for miljøeffekter ved tekstilers livscyklus samt Cirkulær Økonomi. Hertil er der foretaget 2 reviews, med udgangspunkt i de udvalgte hovedrapporter, samt inddragelse af videnskabelige artikler. Artiklerne har særligt fokus på miljøeffekter, i forbindelse med produktion af tekstiler, samt implementering af Cirkulær Økonomi, med særlig henblik på genanvendelsesteknologier.

4.1 Lovgivning inden for affaldsområdet

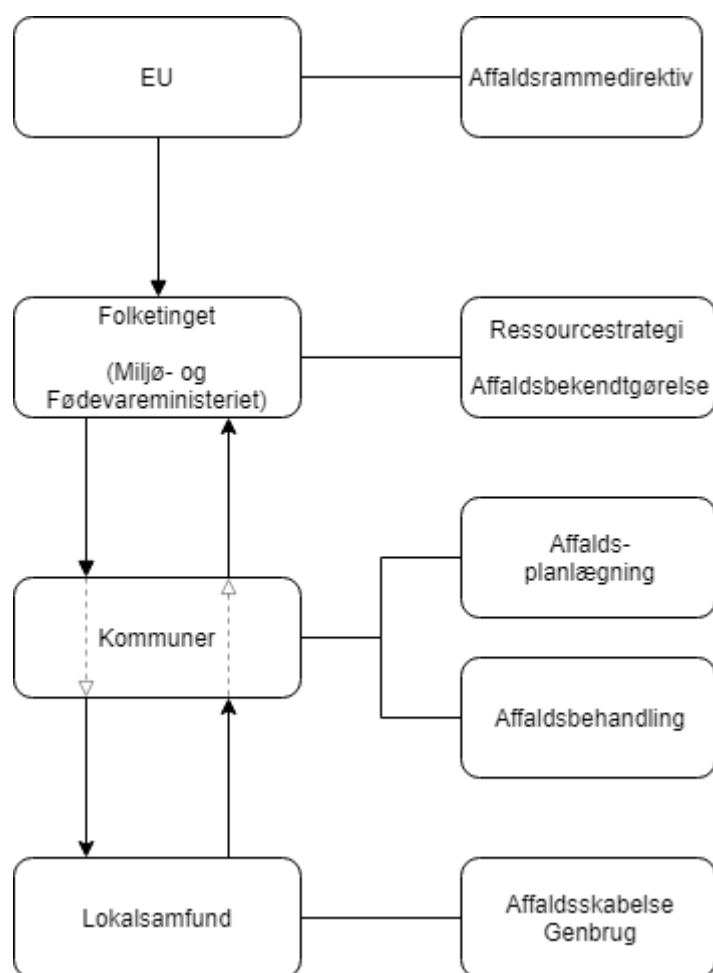
Dette afsnit vil gå i dybden med de lovgivningsmæssige aspekter, i forbindelse med tekstiler i affaldsfraktionen. Indledningsvist vil der redegøres for begrebet multi-level governance, som en styringsramme og forståelse af hvordan reguleringer indføres fra overnationalt, til nationalt og lokalt niveau.

Derefter tages udgangspunkt i lovgivningen inden for affaldssektoren med fokus på definitioner af affald, genbrug og genanvendelse. Hertil vil der forekomme en beskrivelse af relevante uddrag fra EU's Affaldsrammedirektiv, herunder affaldshierarkiet. Endvidere redegøres for danske lovgivning i form af Affaldsbekendtgørelsen og Miljøbeskyttelsesloven. Dette gøres for at opnå viden omkring tekstilers rolle i affaldsplanlægningen.

4.1.1 Multi-level governance

Multi-level governance er en styringsramme, som omhandler koordinering og planlægning på forskellige myndighedsniveauer. Den anvendes til at give en forståelse af hvordan regulering kan gennemføres fra internationalt, til nationalt og lokalt handlingsniveau. Multi-level governance anvendes dermed til indsnævring eller lukning af politiske huller mellem forskellige myndighedsniveauer. Dette kan gøres ved at vedtage reguleringer gennem vertikalt eller horisontalt samarbejde (Corfee-Morlot et al. 2009: 24-25).

Overordnet set foregår det vertikale samarbejde mellem forskellige myndighedsniveauer, hvor der kræves et tæt samarbejde mellem det regionale og lokale plan, for at gennemføre nationale strategier. Det horisontale samarbejdet foregår mellem myndigheder på samme niveau og/eller med andre aktører, såsom virksomheder, organisationer eller borgere (Corfee-Morlot et al. 2009: 25).



Figur 3: "Oversigt over myndighedsniveauer og lovgivninger, ift. affaldsbehandling af tekstiler" (egen udarbejdelse)

Vertikal og horisontal integration giver anledning til to muligheder: enten lokalt ledet også kaldet *'bottom-up'*, hvor lokale initiativer påvirker nationale handlinger, eller gennem *'top-down'*, hvor rammerne gives f.eks. på EU niveau, til det nationale niveau, med henblik på implementering i lokal kontekst (Corfee-Morlot et al. 2009: 9-10). Reguleringer fra EU kan primært ske gennem forordninger eller direktiver. En forordning udstedt af EU skal implementeres direkte i medlemslandenes politik, hvorimod direktiver, giver medlemslandene mulighed for at implementere reguleringen, ud fra egne virkemidler i national lovgivning (Den Europæiske Union, u.å.).

4.1.2 EU's Affaldsrammedirektiv

Affaldssektoren er baseret på de overordnede rammer, som er beskrevet i Affaldsrammedirektivet udstedt af EU. Det er op til de enkelte medlemslande at sammensætte en affaldsplanlægning, der sikrer at rammerne i direktivet opfyldes og herefter implementeres i national lovgivning. Denne implementering skal bl.a. ske gennem en national affaldshandlingsplan. Der har været ændringer i Affaldsrammedirektivet, senest i 2018, hvor der er blevet stillet større krav til bl.a. genbrug og genanvendelse af husholdningsaffald.

Således foreskriver Affaldsrammedirektivet at: *“medlemslandene i henholdsvis senest 2025, 2030 og 2035, skal sikre, at forberedelse med henblik på genbrug og genanvendelse af kommunalt affald skal øges til mindst 55, 60 og 65 vægtprocent”* (Affaldsrammedirektivet, 2018: artikel 12, stk. 2, litra c), d), e)).

Hvornår en given genstand kan kategoriseres som affald, fremgår af affaldsbekendtgørelsens Kapitel 2 § 2. *“(...) ethvert stof eller enhver genstand, som indehaveren skiller sig af med eller agter eller er forpligtet til at skille sig af med.”*

Definitionen af affald som dén, der fremgår af affaldsbekendtgørelsen, er direkte overført til dansk lovgivning, som den står i Affaldsrammedirektivet (Affaldsrammedirektivet, 2018).

Udover affaldsdefinitionen og de øgede krav til genbrug og genanvendelse, indeholder Affaldsrammedirektivet ligeledes forskrifter for særskilt indsamling af husholdningsaffald. Fra 2015 var det op til hvert enkelt medlemsland, som minimum at sikre en særskilt indsamling af papir-, metal-, plast- og glasaffald for husholdninger. Denne særskilte indsamling bliver yderligere defineret i direktivet, til at skulle indbefatte tekstiler fra husholdninger fra 1. januar 2025 (Affaldsrammedirektivet, 2018: artikel 12, litra b)). Der kan dog være undtagelser, som kan give anledning til dispensation for sådan en særskilt indsamling, dette fremgår af Affaldsrammedirektivet, artikel 10 stk. 2 & 3.

Der er forskellige måder hvorpå, kommunen kan sikre at den særskilte indsamling, lever op til EU-kravene i direktivet. Der kan etableres en hente- eller bringeordning, enten ved husstandsindsamling eller på genbrugspladser. Forpligtelsen til særskilt indsamling,

kræver at indsamlingen skal holdes adskilt efter affaldstype, men det vurderes at bestemte typer af affald bør kunne indsamles sammen, så længe det ikke hindrer genanvendelse i høj kvalitet (Affaldsrammedirektivet, 2018: artikel 42).

4.1.3 Affaldshierarkiet

Et centralt punkt i EU's Affaldsrammedirektiv, baserer sig på affaldshierarkiet, der er en opgørelse, som klassificerer den bedste måde at forebygge og håndtere affald på, ud fra et miljømæssigt perspektiv. Affaldshierarkiet er opdelt i fem forskellige niveauer.



Figur 4: "Waste management hierarchy" (Europa-Kommissionen, 2016)

- a) Forebyggelse
 - b) Forberedelse med henblik på genbrug
 - c) Genanvendelse
 - d) Anden nyttiggørelse, f.eks. energiudnyttelse
 - e) Bortskaffelse, f.eks. i form af deponi
- (Affaldsrammedirektivet, 2018: Artikel 4 stk. 1).

Herunder ses definitionerne for de tre øverste niveauer i affaldshierarkiet, som de fremgår i den danske Affaldsbekendtgørelse.

Forberedelse til genbrug: *“Enhver nyttiggørelsesoperation i form af kontrol, rengøring eller reparation, hvor produkter eller produktkomponenter, der er blevet til affald, forberedes, således at de kan genbruges uden anden forbehandling.”* (Affaldsbekendtgørelsen, 2018: § 3 stk. 22; Affaldsrammedirektivet, 2018: Artikel 4 stk.).

Genbrug: *“Enhver operation, hvor produkter eller komponenter, der ikke er affald, bruges igen til samme formål, som de var udformet til.”* (Affaldsbekendtgørelsen, 2018: § 3 stk. 27; Affaldsrammedirektivet, 2018: Artikel 3 stk. 13).

Genanvendelse: *“Enhver nyttiggørelsesoperation, hvor affaldsmaterialer omforarbejdes til produkter, materialer eller stoffer, hvad enten de bruges til det oprindelige formål eller til andre formål. Heri indgår omforarbejdning af organisk materiale, men ikke energiudnyttelse og omforarbejdning til materialer, der skal anvendes til brændsel eller til opfyldningsoperationer.”* (Affaldsbekendtgørelsen, 2018: § 3 stk. 26; Affaldsrammedirektivet, 2018: Artikel 3 stk. 17).

Det kan på baggrund af affaldsbekendtgørelsen ses hvordan *forebyggelse* af affald ikke er integreret i det danske affaldshierarki (Affaldsbekendtgørelsen, 2018: kap. 4 § 12).

Af kapitel 4 fra affaldsbekendtgørelsen, kan der ses en mulighed for afvigelse fra affaldshierarkiet, såfremt denne afvigelse er begrundet i en livscyklusbetragtning og sker med henblik på at opnå det bedste samlede miljømæssige resultat (Affaldsbekendtgørelsen, 2018: kap. 4 §12 stk. 2 & 3).

Der er op til medlemslandene at inkorporere affaldshierarkiets prioritering i den nationale affaldsplanlægning og -håndtering. I Danmark er det kommunernes opgave at sikre en affaldsplanlægning og håndteringen. Kommunerne har dog metodefrihed til at sammensætte både indsamlings- og bringeordninger. Ligesom der er metodefrihed til at opnå de nationale mål, som det fremgår af den nuværende ressourceplan (Miljøstyrelsen, 2014: 36).

Affaldsbekendtgørelsen sætter hermed rammerne for den gældende lovgivning inden for affaldssektoren i Danmark. Det er ligeledes heri at klassificeringen af affald er beskrevet.

Affaldsbekendtgørelsen omhandler således alt affald, der ikke er underlagt anden lovgivning (Affaldsbekendtgørelsen, 2018: kap. 1 § 1).

4.1.4 Miljøbeskyttelsesloven

En anden central lovgivning, som har væsentlig betydning for hvorledes affaldshåndteringen og planlægningen finder sted, er Miljøbeskyttelsesloven. Grundlæggende er denne lovgivnings formål at værne om natur og miljø, samt mennesker og dyrs levevilkår.

I Miljøbeskyttelseslovens § 47 fremlægges det hvordan det er kommunalbestyrelsen, der udarbejder en plan for håndtering af affald i kommunen. Planen skal ikke omfatte genanvendeligt erhvervsaffald, men er dog gældende for affald, der afleveres på genbrugspladser i kommunen, samt affald produceret af kommunale virksomheder og institutioner (Miljøbeskyttelsesloven, 2018: § 47). Hertil fremgår det af Miljøbeskyttelseslovens § 48, *at kommunalbestyrelsen fastsætter gebyr til dækning af udgifter til, planlægning, etablering, drift og administration af affaldsordninger* (Miljøbeskyttelsesloven, 2018: § 48 stk. 1). Fastsættelsen af affaldsgebyret er baseret på princippet om hvile-i-sig-selv, som betyder at affaldsgebyret, ikke må overstige de kommunale omkostninger forbundet med håndteringen af affald. Derfor skal affaldsgebyret være omkostningsægte.

4.1.5 Den Danske Ressourcestrategi

I forbindelse med de ændringer, der forekommer i EU's Affaldsrammedirektiv, skal de enkelte medlemslande udarbejde resourcestrategier. Den nuværende danske resourcestrategi "Danmark Uden Affald" udkom i 2013 løbende til 2018. I 2015 udkom en revideret version under navnet "Danmark uden affald II".

Tekstiler er ikke omfattet i udgivelsen fra 2013, mens det i "Danmark uden affald II" beskrives som et selvstændigt tema, med forskellige indsatser, som skal medvirke til at øge genbrug og genanvendelse af tekstiler i Danmark. Det bliver beskrevet således:

"Regeringens målsætning er at gøre det lettere for tekstilvirksomhederne at reducere miljøbelastningen i produktionsfasen og gøre det nemmere at genbruge og genanvende tekstiler, bl.a. ved at mindske brugen af problematiske stoffer i tekstilerne" (Regeringen, 2015: 40).

Der er hermed opsat initiativer, men ikke fastsat nogle målsætninger, som har konkret fokus på opnåelse af de nylige opsatte målsætninger fra Affaldsrammedirektivet, hvorfor der forventes at udkomme en ny national ressourcestrategi snarest.

4.2 Review - State of the Art

Dette afsnit vil være kapitelens hovedområde og består af to reviews. De to reviews har fungeret som specialets primære vidensindsamling til forståelsen af det nuværende system. De fremfundne videnskabelige artikler har særligt fokus på *Miljøeffekter vedrørende tekstiler*, samt *Cirkulær Økonomi* og hertil *Genanvendelse*. Formålet er at identificere den nyeste viden inden for disse videnskabelige felter.

Review (I) vil derfor besvare det første undersøgelsesspørgsmål, som lyder: *Hvilke miljøeffekter ses ved tekstilers livscyklus?*

Review (II) besvarer andet undersøgelsesspørgsmål, ud fra følgende: *Hvordan defineres Cirkulær Økonomi, og hvorledes kan det konceptualiseres i forhold til tekstiler?*

4.3 Review (I) - Vedrørende miljøeffekter ved tekstilers livscyklus

Dette review baseres på hovedrapporterne fra Miljøstyrelsen, Europa-Kommissionen & WRAP. I forlængelse heraf, er der foretaget en litteratursøgning efter videnskabelige artikler, der omhandler LCA-analyser vedrørende tekstilers miljøaftryk. De første afsnit vil medvirke til baggrundsviden omkring de meste anvendte fibertyper, og værdikædens opbygning for tekstiler. Dette er relevant, da miljøeffekter ses i alle led gennem tekstilers værdikæde. Dernæst forekommer en gennemgang af de væsentligste miljøeffekter, hvor der vil fokus på: *vandforbrug, kemikalier & næringsstoffer samt drivhusgasudledning.*

4.3.1 Fibertyper

I dette afsnit vil de forskellige fibertyper, der oftest benyttes til beklædningsgenstande, blive redegjort for. Fibertyperne klassificeres overordnet i *naturfibre* og *syntetiske fibre*.

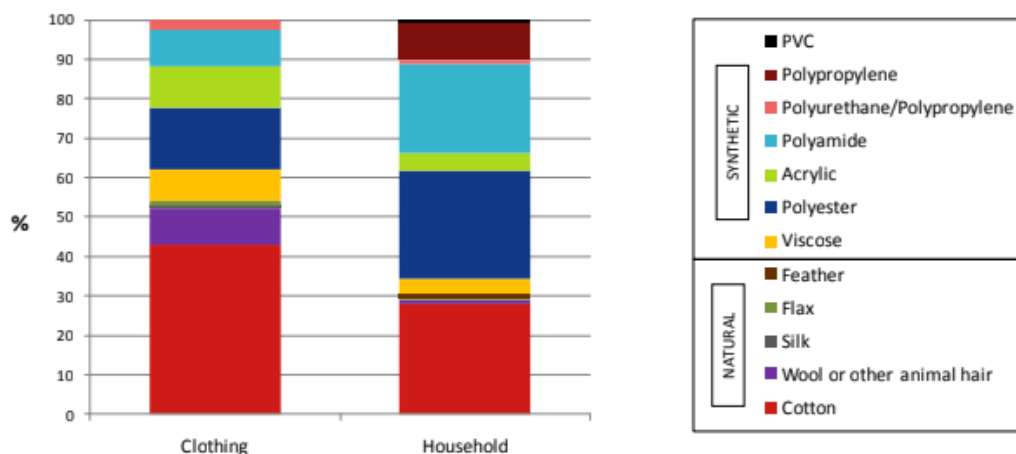
Naturfibre: Henviser til organiske materialer, primært bomuld, uld, silke, hør etc. Bomuld er den mest benyttede naturfiber, og udgør 43 % af fiberindholdet i de forbrugte beklædningsgenstande i EU (Europa-Kommissionen, 2014: 9).

Syntetiske fibre: Defineres som polymere eller andre uorganiske materialer. Den mest benyttede syntetiske fiber er polyester, efterfulgt af polyamid, akryl og viskose¹. Polyester er en fibersammensætning primært bestående af polymeren PET. Polyester er den mest benyttede syntetiske fiber, og udgør 16 % af de forbrugte beklædningsgenstande i EU (Europa-Kommissionen, 2014: 9).

Tekstiltyper klassificeres yderligere i *beklædningstekstil* og *boligtekstil*.

Figur 5, giver et overblik over fordelingen af fibertyper i EU.

¹ Selvom viskose er en syntetisk fiber, har den samme grundopbygning som bomuld, *cellulose* (Shen et al., 2010).



Figur 5: "Percentage breakdown of consumption by fibertype for clothing and household textiles" (Europa-Kommissionen, 2014: 10)

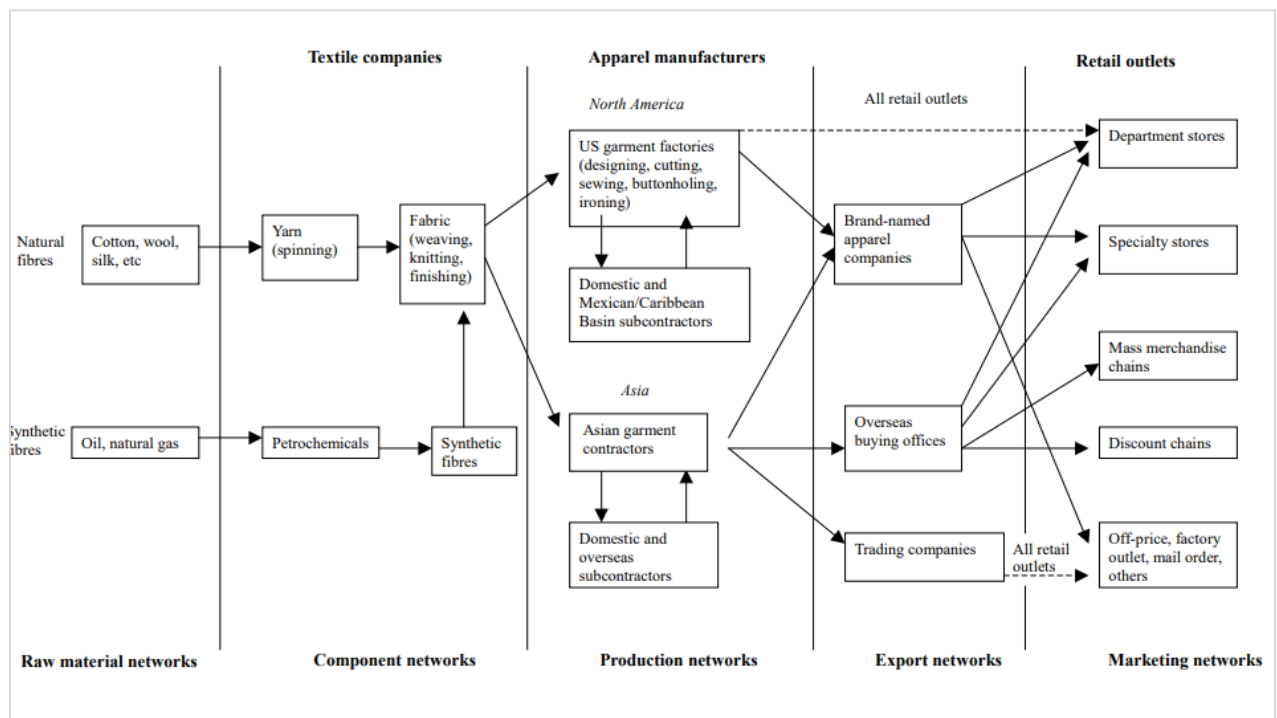
Af figuren ses det hvordan bomuld og polyester udgør størstedelen af både husholdnings- og beklædningsgenstandes tekstilfiberindhold. Det samlede forbrug af beklædningstekstiler i EU ligger på 6,8 mio. t., mens der forbruges ca. 2,8 mio. t. husholdningstekstiler (Europa-Kommissionen, 2014: 28).

4.3.2 Tekstilbranchens værdikæde

Dette afsnit vil en kort beskrivelse af tekstilbranchens værdikæde, med fokus på de led der eksisterer før forbrugsfasen. Det gøres, da miljøeffekterne beskrives ud fra de forskellige led i værdikæden i dette review (I).

Tekstilbranchen opererer på tværs af verdensdele, som følge af historie, økonomiske forhold og ressourcetilgængelighed (Gereffi & Memedovic, 2003: 7).

Tekstilindustrien er opdelt i 5 overordnede led som det ses af figur 6.



Figur 6: "The apparel commodity chain" (Gereffi & Memedovic, 2003: 7)

Raw material network: (*Råstofudvinding & dyrkning*): I den første fase, ses dyrkning af naturfibre, oftest bomuld fra planter og uld fra dyr. De syntetiske fibre har derimod deres grundsten i fossile carbonressourcer, primært olie og naturgas (Gereffi & Memedovic, 2003: 7).

Component networks: (*Fiberproduktion, spinning & vævning*): Efter høst af naturfibrene bliver de spundet til tråde. Olie og naturgas bliver nedbrudt til forskellige monomerer, der omdannes til fibre. Herfra bliver fibrene spundet, vævet, knyttet og færdiggjort til stofstykker (Gereffi & Memedovic, 2003: 7).

Production networks: (*Skæring og afslutning*): Herefter bliver stoffet skåret og efterbehandlet, typisk på store fabrikker og ofte i lavindkomstlande (Gereffi & Memedovic, 2003: 9-10).

Export & Marketing networks: (*Eksport & Salg*): Retailers opererer i næste led af værdikæden. Det er de virksomheder, der bestiller og indkøber færdige beklædningsgenstande enten selv, eller via forskellige eksportører og mellemlhandlere. Afslutningsvis

sælges produkterne i fysiske butikker eller online, hvor de efter forbrug indgår i affaldssystemet eller genbruges direkte (Gereffi & Memedovic, 2003: 9-10).

4.3.3 Miljøeffekter ved tekstilers livscyklus

Der er flere miljøproblematikker forbundet ved produktionen af tekstiler. Disse områder overlapper hinanden, hvorfor det er udvalgt primært at fokusere på tre hovedområder. Derfor vil miljøeffekterne beskrives ud fra *vandforbrug, kemikalier & næringsstoffer*, samt *drivhusgasudledning*.

4.3.4 Vandforbrug

Tekstilindustrien er global funderet, men vandforbruget, i forbindelse med dyrkning og produktion, er en lokal problemstilling. Problematikken omhandler mængderne af vand, der er til rådighed i dyrknings- og produktionsområdet. Herunder hvor hurtigt vandlagrene bliver genopfyldt, samt hvordan brugen af kunstvanding, pesticider og næringsstoffer, ligger et pres på den pågældende vandressource, primært som følge af dyrkning (Shen et al., 2010; Pfister et al., 2009).

Vandforbruget udgør dermed et væsentligt ressourcetræk for produktion af tekstiler. Vandforbruget ses størst i for naturfibre, i forbindelse med afgrødedyrkning. Af figuren 7 fra WRAP ses det bl.a. hvordan bomuld, har et vandforbrug på ca. 3000 l/kg, hvoraf langt størstedelen (ca. 82 %) ligger i dyrkningen af bomulden.

TABLE E1: TOTAL WATER FOOTPRINT									
Fibre type	%	UK clothing use (tonnes)	Water Footprint (WF) in m ³					Individual WF per fibre type (m ³ /tonne)	Share of total WF (m ³ /tonne)
			Raw materials	Processing and manufacture	Transport	UK consumer	Total (Mm ³)		
Cotton	43%	1,070,010	2,806,908,540	493,964,256	5,135	15,611,697	3,316	3,099	1,333
Wool	9%	223,956	444,834,463	52,975,738	3,161	3,267,565	501	2,237	201
Silk	1%	24,884	1,423,123,949	23,580,664	509	363,063	1,447	58,153	582
Flax / Linen	2%	49,768	94,351,009	7,788,438	224	726,125	103	2,067	41
Viscose	9%	223,956	709,611,213	144,552,699	1,069	3,267,565	857	3,829	345
Polyester	16%	398,143	39,637	25,267,560	1,766	5,809,004	31	78	13
Acrylic	9%	223,956	22,296	25,357,289	994	3,267,565	29	128	12
Polyamide	8%	199,072	19,819	12,633,780	883	2,904,502	16	78	6
Polyurethane / Polypropylene	3%	74,652	7,432	4,737,668	331	1,089,188	6	78	2
Total		2,488,396	5,478,918,358	790,858,091	14,073	36,306,273	6,306	2,534	2,534

Figur 7: "Total Water Footprint" (WRAP, 2012 a: 4)

Af figuren kan der ses en kvantificering af vandforbruget i de enkelte led af værdikæden. Tallene pr. fibertype, forventes at være forholdsvist tilsvarende i en dansk kontekst, da Miljøstyrelsen antager at forskellen på importerede beklædningsgenstande, i England og Danmark, er begrænset (Miljøstyrelsen, 2018: 16).

Dyrknings- og produktionsleddet²

Vandforbruget i forbindelse med dyrkning er enormt afhængig af det lokale miljø, den geografiske placering, samt metodiske antagelser, hvorfor undersøgelserne med de nuværende LCA-metoder antages at oversimplificere vandforbruget (Sandin et al., 2013).

Shen et al. har foretaget LCA-undersøgelser med aktører fra flere dyrkningslande. Ifølge Shen et al. benyttes der i USA 4.300 l. vand til dyrkning af et kg. bomuld, mens tallet i Kina ligger på 6.860 l. I Pfister et al., beregnes det gennemsnitlige blå vandaftryk³ fra bomuldsdyrkning, til at ligge et sted mellem 610 l/kg. i Brasilien, som det laveste, og 14.000 l/kg.

² Produktionsleddet indebærer: Fiberproduktion, spinning, vævning, skæring og afslutning

³ Blåt vand: Er vand som tilføres kunstigt, primært ved brug af kunstvanding og som optages, eller ikke tilbageføres, til det område det blev udtaget fra (Pfister et al., 2009). Dette kan bl.a. ses ved fordampning af kunstvanding, som dermed ikke tilbageføres til grundvandet (WRAP, 2012 a: 2).

i Turkmenistan som det højeste. Gennemsnittet af denne undersøgelse viser et blå vandforbrug på 8.000 l/kg. for bomuld (Shen et al., 2010; Pfister et al., 2009). Det blå vandforbrug beregnet af WRAP ligger på 765 l/kg. Som det fremgår af WRAP rapporten, er der anselige antagelser ift. udregning af vandforbruget, hvorfor det samlede vandforbrug fra WRAP, må ses som et minimumsudtryk (WRAP, 2012 a: 21).

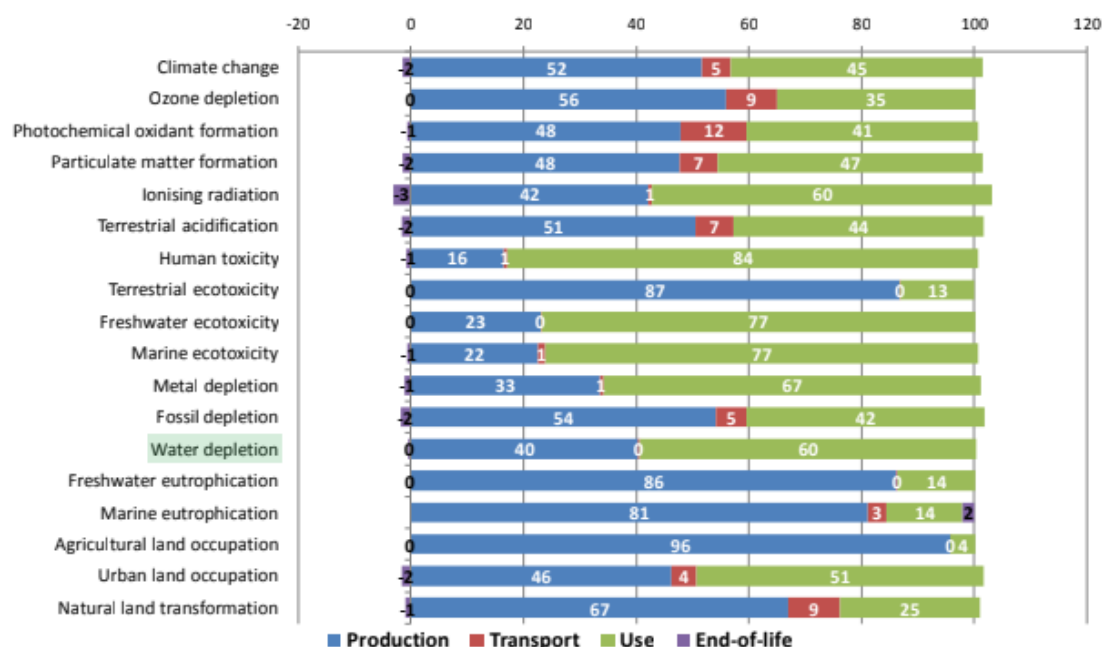
Ingen af de benyttede artikler i reviewet beskæftiger sig dybdegående med vandforbruget i syntetiske fibre, hvilket må forventes at være grundet det meget lave aftryk. Hertil vurderer Shen et al., at der i produktionsfasen benyttes ca. 74-125 l/kg. ved syntetiske fibre, primært til maskinel afkøling (Shen et al., 2010).

Viskose og andre cellulosefibre, foruden bomuld, bliver som regel ikke kunstvandet, hvilket er medvirkende til at disse fibre har et forholdsvist lavt blåtvandaftryk (Shen et al., 2010).

Forbrugsfasen

I rapporten fra Europa-Kommissionen vurderes det at 60 % af den direkte problemstilling, vedrørende overforbrug af vand, ses i forbrugsfasen, som følge af vask (se figur 8) (Europa-Kommissionen, 2014: 13).

Summary



Figur 8 "Impact of textile consumption in the EU-27 according to the ReCiPe's midpoint" (Europa-Kommissionen, 2014: 12)

WRAP vurderer dog at forbrugsfasen kun står for 0,5 % af det samlede vandforbrug for tekstiler (WRAP, 2012 a: 4). Det er hermed de metodiske valg som har en betydning for de endelige resultater. Europa-Kommissionens rapport har eksempelvis en antagelse om at bukser og t-shirts vaskes 50 gange i deres levetid (Europa-Kommissionen, 2014: 52), mens WRAP arbejder med en faktor på 9,9 (WRAP, 2012 a: 43).

I forlængelse heraf vurderes det at LCA-analyser af tekstiler, generelt er meget betinget af den pågældende case, især hvis indfarvning og færdiggørelsesprocesserne medregnes (van der Velden et al., 2014).

4.3.4 Kemikalier & næringsstoffer

Brugen af kemikalier vurderes samtidig at være en problemstilling gennem hele værdikæden, fra brugen af pesticider og gødning i *dyrkningsleddet*, til giftige kemikalier brugt ved våd- og efterbehandling i *afslutningsleddet*. For tekstilprodukter repræsenterer ke-

mikalieforbruget en af de største miljømæssige bekymringer. Derfor skal kemikalieforbruget inkluderes i enhver holistisk vurdering af miljømæssige påvirkninger (Roos et al., 2015).

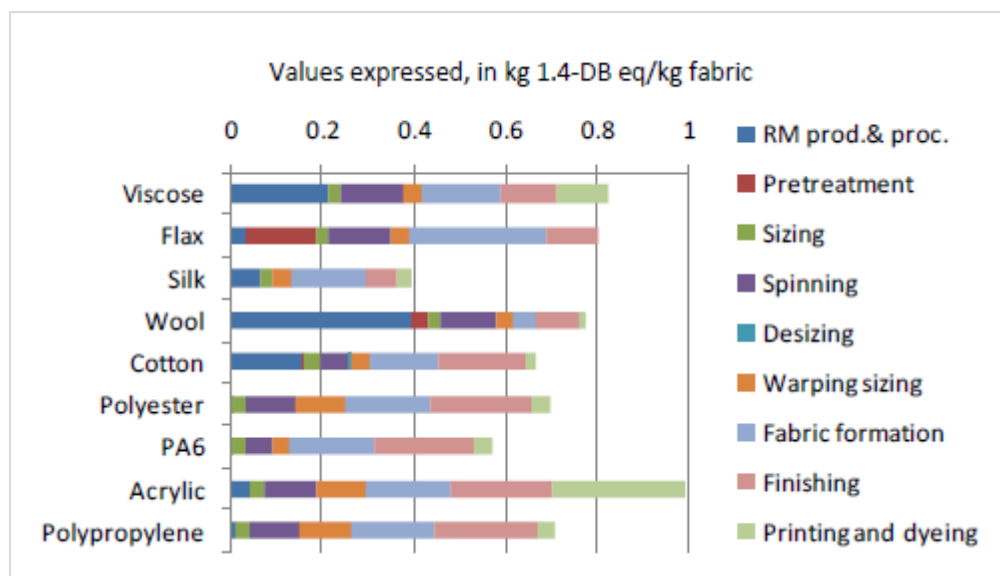
Dyrkningsleddet

Næringsstoffer benyttes til dyrkning af naturfibre og er med til at øge forsurening af vandområder, ved nedsivning eller udløb til havområder (Roos et al., 2015). Ved dyrkning af fibre fra afgrøder, typisk bomuld, benyttes fosfor, kalium og kvælstof. Nedsivning og udløb danner grobund for forøget algeproduktion, hvilket medfører tab af ilt i vandet og dermed skaber øget *eutrofiering* (Europa-Kommissionen, 2014: 71). Her vurderes det at over 80 % af den samlede eutrofiering ligger i dyrkningsleddet, og at det samlede tekstilforbrug i EU medvirker til en ferskvandsforsuring på ca. 57 kt. fosfor og en marineforsuring på ca. 421 kt. kvælstof (Europa-Kommissionen, 2014: 69). Hertil understreges det at eutrofiering fra tekstilbranchen primært ses i dyrkningen af bomuld, og i mindre grad i forbindelse med kemikalieforbrug i produktionsleddet for syntetiske tekstiler. Den konkrete eutrofiering er bundet i lokale forhold, og afhænger meget af jordbundstyper, adgang til ferskvand, samt nedbørsmængder (Shen et al., 2010).

Produktionsleddet

Kemikalieforbruget i produktionsleddene er som regel knyttet til indfarvning og færdiggørelse af tekstilprodukter.

I rapporten fra Europa-Kommissionen vurderes den effekt kemikalier har på menneskers helbred i kategorien *Human Toxicity*.



Figur 9: "Impact on human toxicity due to the production of fabric from different fibre types" (Europa-Kommissionen, 2014: 76)

Alt efter tekstiltyper, benyttes kemikalier til indfarvning og færdiggørelse af tekstilprodukter. Som figur 9 illustrerer, er påvirkningen for Human Toxicity, varierende efter den pågældende fibertype, særlig ses akryl at have den største indvirkning på menneskers helbred (Europa-Kommissionen, 2014: 76).

Der er forskel på hvilke kemikalier, der benyttes, og dermed hvilken indflydelse disse har på mennesker og vandmiljøet. Den største påvirkning sker som følge af indfarvning, hvor forurenede overskudsvand bliver udledt fra produktionen. Derfor er en af de væsentligste opgaver, i forhold til at reducere toksiciteten, at fokusere på forbedring af vandbehandlingen samt en reduktion af vandforbruget i produktionsleddene (Yuan et al., 2013).

REACH

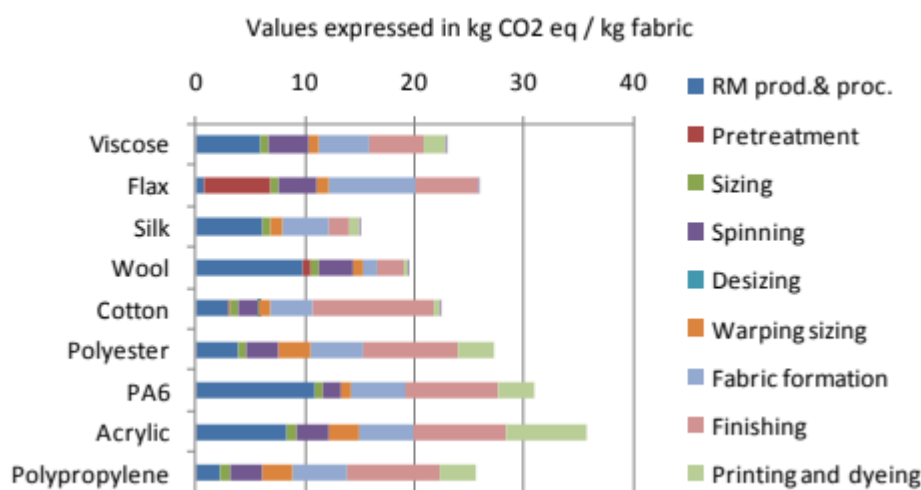
Der er regulering i forhold til kemikalieforbruget i tekstilproduktionen. EU-forordningen REACH er med til at fastsætte rammer og regler for kemikalieforbrug i bl.a. beklædnings-tekstiler. Forordningen fra 2006, skal sikre at de kemikalier, der benyttes i produkter solgt i EU, ikke udgør en trussel rent sundhedsmæssigt for mennesker og miljøet. Dette sker ved indrapportering fra producenter til det europæiske kemikalieagentur, ECHA.

Da tekstiler solgt i EU typisk bliver produceret udenfor EU, har retailers et ansvar mht. REACH som *importør af artikler*. Det er hertil vigtigt at understrege at det ikke er alle tekstiler, der importeres til EU, som har krav til at overholde REACH. Importører stilles kun til ansvar, hvis der importeres mere end 1 t. Dermed kan visse importerede tekstiler indeholde specifikke miljø- og sundhedsskadelige kemikalier (REACH, 2006: artikel 6).

4.3.5 Drivhusgasudledning

Der er generelt en stor drivhusgasudledning forbundet med produktion af tekstiler. WRAP estimerer at det samlede CO₂e-aftryk fra brugte tekstiler i England, lå på ca. 38 mio. tons i 2009. Heraf stammer over halvdelen fra bomuld og polyesters produktionsfaser, mens 10 mio. t. stammer fra forbrugsfasen (WRAP, 2012 b: 32). Estimer fra WRAP og Europa-Kommissionen fastlægger CO₂e-udledningen fra et kg. beklædningstekstil til at ligge mellem 14-46 kg/CO₂e, alt afhængig fibertype (WRAP, 2012 b: 3; Europa-Kommissionen, 2014: 75).

Udledning af CO₂e kan ses i alle led af værdikæden for tekstiler. Figur 10 fra Europa-Kommissionen viser fordelingen ift. fibertyper.



Figur 10: "Impact on climate change due to the production of fabric from different fiber types" (Europa-Kommissionen, 2014: 75)

Grundet det store forbrug af polyester og bomuld, er det også disse to tekstiltyper, der udgør den største samlede CO₂e-udledning. Ifølge Europa-Kommissionen har syntetiske

fibre et større CO₂e-aftryk end naturfibre, selvom end-use-leddet ikke er medregnet. Syntetiske fibre udleder drivhusgasser ved energiudnyttelse, hvor naturfibre går i 0, da de anses som biomasse (Europa-Kommissionen, 2014: 58). Flere af de undersøgte artikler vurderer dog, i modsætning til Europa-Kommissionen, at syntetiske fibre har en lavere drivhusgasudledning end naturfibre, grundet en væsentlig forskel på de enkelte fibertypers samlede udledning (van der Velden et al., 2014; Shen et al., 2010).

Det samlede CO₂e-aftryk pr. ton fibre, kan ses af figur 11 herunder. Her fastsættes konkrete nøgletal for aftrykket, hvor bomuld har et aftryk på ca. 27 kg. og polyester 21 CO₂e pr. kg (WRAP, 2012 b: 37).

Fibre Type	Carbon Footprint (kgCO ₂ e) per tonne of fibre										
	Fibre production	Yarn production	Fabric production	Garment production	Distribution	Retail	Use - washing	Use - drying	Use - ironing	End of life	TOTAL
Cotton	1,755	7,961	13,710	668	1,540	462	2,317	1,531	98	-2,362	27,679
Wool	20,790	8,654	14,316	655	1,516	462	2,317	1,531	98	-4,055	46,284
Silk	2,031	6,964	12,169	657	1,354	462	2,317	1,531	98	-2,157	25,425
Flax / linen	335	3,353	5,760	642	1,709	462	2,317	1,531	98	-1,209	14,999
Viscose	2,118	18,540	5,196	642	1,709	462	2,317	1,531	98	-2,473	30,139
Polyester	5,357	2,700	8,185	642	1,709	462	2,317	1,531	98	-1,671	21,329
Acrylic	7,577	18,551	8,768	642	1,709	462	2,317	1,531	98	-3,227	38,427
Polyamide	8,070	2,700	8,768	642	1,709	462	2,317	1,531	98	-1,946	24,351
Polyurethane / polypropylene	3,097	2,700	8,768	642	1,709	462	2,317	1,531	98	-1,532	19,792

Figur 11: "Carbon footprint all clothing in use in the UK in 2009" (WRAP, 2012 b: 37)

Samlet set vurderes det af Europa-Kommissionen at de forbrugte tekstiler i EU har en CO₂e udledning på 412 mio. t. Dette kan sættes i sammenhæng med den samlede CO₂e udledning for EU i år 2016, der lå på 4.441 mio. t. (Europa-Kommissionen, 2014: 69; Eurostat, 2018: 3).

4.3.6 Opsummering

I dette review (I) er der blevet redegjort for de forskellige miljøeffekter ved tekstilers livscyklus. Heri er det blevet påvist hvordan, der ses store miljømæssige problematikker, særligt ved vandforsuring, kemikalieforbrug og næringsstoffer, samt drivhusgasudledning. Det har samtidig været udfordrende at estimere det eksakte omfang af miljøeffekterne. Dette skyldes de væsentlige forskellige antagelser i de anvendte videnskabelige artikler og LCA-analyser, hvor der er stor forskel på de faktorer, der beregnes ud fra.

4.4 Review (II) - Vedrørende Cirkulær Økonomi for tekstiler

I specialet anvendes Cirkulær Økonomi, som omdrejningspunktet for omstillingen i tekstilbranchen. Derfor vil dette review konceptualisere CØ, ud fra de meste anvendte definitioner. Afsnittet er inddelt i forskellige dele, hvoraf første del har fokus på reduktion af ressourcetrækket for tekstilbranchen. Dernæst hvorledes potentielle ændringer i værdikæden, kan sikre implementering af CØ, samt de forskellige genanvendelsesteknologier, der i dag eksisterer.

Formålet med afsnittet er at udarbejde en specifik definition af CØ for tekstiler. Hertil en revideret udgave af affaldshierarkiet, med inddragelse af viden fra reviewet. Udarbejdelsen af definitionen har foregået gennem en iterativ proces, og er derfor ikke udelukkende baseret på baggrund af review (II).

4.4.1 Konceptualisering af Cirkulær Økonomi

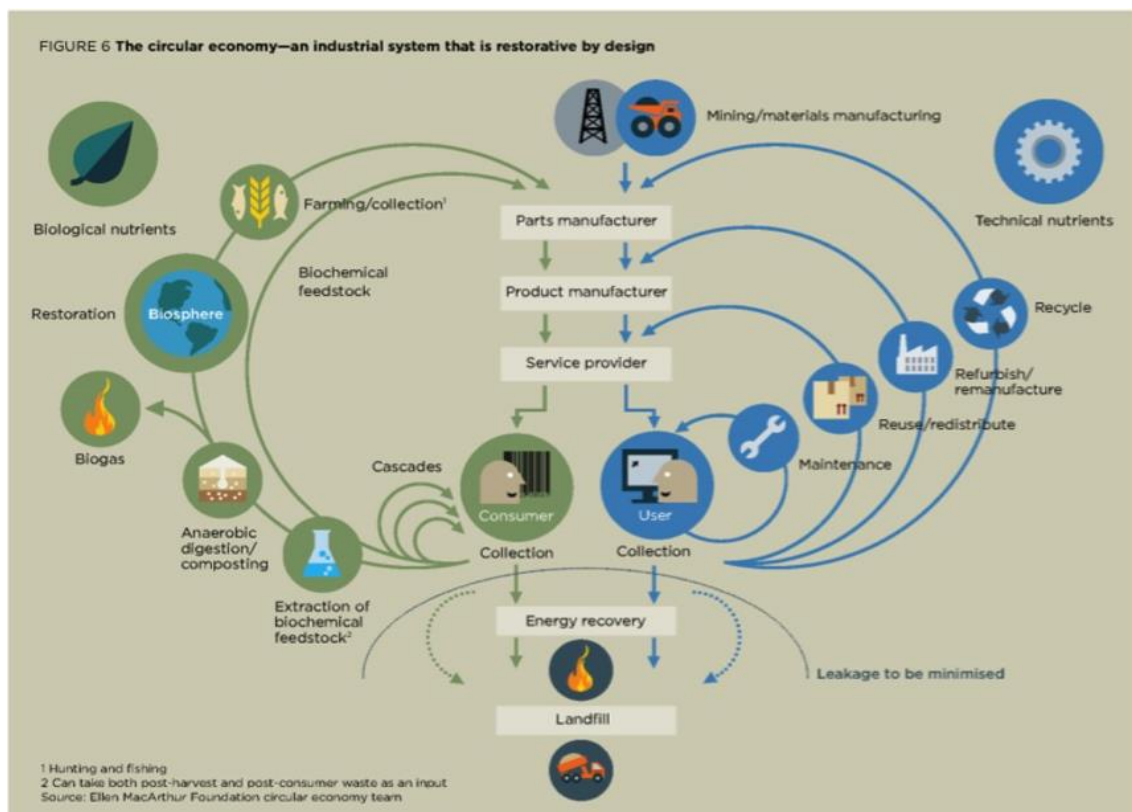
Til konceptualisering af CØ tages udgangspunkt i undersøgelsen af Kirchherr et al. 2017. I Kirchherr et al. er der foretaget et review over 114 videnskabelige artikler, som definerer CØ. Det vurderes at der ud af disse er 95 forskellige definitioner af CØ (Kirchherr et al., 2017). Definitionerne er primært videreudviklinger af Ellen MacArthur Foundations definition fra 2013, men ligeledes Prestons definition fra 2012, samt definitionen af Li et al. fra 2010. I afsnittet vil definitionerne gennemgås, for at danne rammerne og forståelsen af CØ.

Det kan påpeges at flere af de videreudviklede definitioner benytter teorien om 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), som hovedprincipperne for CØ. Kirchherr et al. introducerer yderligere det 4. 'R' i form af '*recover*', som ligeledes er medtaget i EU's Affaldsrammedirektiv og affaldshierarki. Herfra kan det pointeres at de 4R'er skal medtages i konceptualisering af CØ, som derfor både omhandler reduktion, genbrug, genanvendelse samt genvinding (*reduce, reuse, recycle and recover*). Det er endvidere væsentligt, at CØ ikke udelukkende omhandler ét af R'erne, såsom genanvendelse, men fokuserer på alle 4R'er (Kirchherr et al., 2017: 223 & 226).

Definitioner af CØ

Den mest anvendte definition af Cirkulær Økonomi er dannet af Ellen MacArthur Foundation (Geissdoerfer et al., 2017: 759; Schut et al., 2015: 15). MacArthurs definition af CØ henviser til behovet for at designe produkter, så de kan genbruges. Hertil at udskifte tankegangen om at produkter og materialer har et *'end-of-life'*, til at de enten kan genbruges eller repareres. Dette gøres gennem *'loops'*, som alle leder tilbage til ny produktion. Dermed skal affald elimineres gennem design af materialer, produkter og systemer (MacArthur, 2013: 7). Ellen MacArthur Foundations CØ-forståelse defineres således:

"A circular economy is an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the 'end-of-life' concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, and, within this, business models" (MacArthur, 2013: 7).



Figur 12: "The circular economy – an industrial system that is restorative by design" (MacArthur, 2013: 24)

Ellen MacArthurs definition er illustreret ved ovenstående figur, som beskriver hvorledes de forbrugte ressourcer kan kaskaderes⁴ tilbage til den oprindelige værdikæde, og dermed skabe loops (MacArthur, 2013: 7).

I Prestons definition, benyttes en lignende forståelse som i MacArthurs, hvor systemet er opdelt i et teknisk og biologisk loop. I Prestons definition ses et fokus på at fastholde og genbruge *ikke-fornybare ressourcer*. Endvidere vurderes det, at der kræves nogle radikale ændringer i strukturerne i de industrielle systemer, hvis tankerne bag CØ skal implementeres (Preston, 2012: 3). Prestons definition lyder, således:

“In a CE, the resource loop would be closed, so that large volumes of finite resources (metals and minerals, for example), are captured and reused. Other products can be made from plant-based materials that biodegrade into fertilizer at end of their life. Extending this logic across the economy means a deep change in the basic structures of industrial systems” (Preston, 2012: 3).

Definitionen fra Li et al., fokuserer på integration af de økonomiske aspekter ved CØ. Dette gøres gennem en forståelse af, at det er en nødvendighed at skabe øget *eco-efficiency*, hvor værdiskabelsen sker gennem en effektiviseret udnyttelse af ressourcer. Hertil vurderes det at det er muligt at skabe en bedre udnyttelse af ressourcer, og ligeledes øge det økonomiske output, ved at reducere affaldsmængder, energi og brugen af ressourcer. Hertil påpeges det, at det mest centrale aspekt af CØ, baserer sig på *‘material metabolism’*, der skal forstås som ligevægt i forhold til *brugen af ressourcer, produktion* og i sidste ende *regenerering af ressourcer* (Li et al., 2010: 4274). Dette beskrives således:

“The concept of circular economy broadly accepts that an economic growth and development system to integrate economy with resources and environmental factors is based on the material metabolism mode of “resource-product-regenerated resource”, which incorporates a mechanism of efficient resource use and waste stream feedback, while its metabolism is compatible with the whole ecosystem. For the system, the reduction of resources, energy,

⁴ The ‘power of cascaded use’ refers to diversifying reuse across the value chain, as when cotton clothing is reused first as second-hand apparel, then crosses to the furniture industry as fibre-fill in upholstery, and the fibre-fill is later reused in stone wool insulation for construction—in each case substituting for an inflow of virgin materials into the economy—before the cotton fibres are safely returned to the biosphere (MacArthur, 2013: 7).

and waste stream through the lifecycle of products and the increase in economic output and effectiveness can be achieved simultaneously by improving resource productivity (or eco-efficiency)” (Li et al., 2010: 4274).

Disse tre definitioner er benyttet i flere af de undersøgte videnskabelige artikler. Det gennemgående formål med CØ, er derfor at bibeholde værdien af produkter, materialer og ressourcer i økonomien, ved at lukke materialeloops og hermed reducere affald (Alhola et al., 2019).

4.4.2 Ressourcetræk

Produktionen af tekstiler vurderes at have en stor miljømæssig påvirkning, som fremlagt af review I. Alle undersøgte artikler i dette review påpeger behovet for en reduktion af ressourceforbruget i tekstilbranchen. Derfor vil dette afsnit indledningsvist fokusere på overforbruget af tekstiler, efterfulgt af et afsnit vedrørende open-loop og closed-loop.

Forbrugere og virksomheder er blevet mere bevidste om problemerne ved det store ressourcetræk i tekstilbranchen, særligt i de områder, hvor der er foretaget lokale oplysningskampagner (Bukhari et al., 2018; Vehmas et al., 2018). Det understreges samtidig, at der er behov for en miljøvenlig affaldshåndtering og integrering af genanvendelse, for at reducere ressourcetrækket (Leal Filho et al., 2019). Dette følges op af en forståelse om, at en udvikling i affaldshåndtering ikke kan stå alene, da genanvendelsen af tekstiler, udvikler sig langsommere end forbruget (Kalmykova et al., 2016).

Overforbrug

Den nuværende forretningsmodel i tekstilbranchen i form af *fast fashion*⁵, vurderes af Norris, ikke at være et problem, så længe hastigheden af produktionen ikke overskrider de planetariske grænser⁶ (Norris, 2019). Det påvises dog hvordan en stor del af problemet i tekstilbranchen hænger sammen med den store efterspørgsel af nye, billige beklædningsgenstande, som følge af *fast fashion*. (Bukhari et al., 2018).

⁵ Fast fashion: en betegnelse for mange kollektioner i løbet af en sæson, hvor der kan ses op mod 24 kollektioner om året (Ravn-Pedersen & Rahbek, 2017)

⁶ Planetariske grænser: Et regenerativt system, hvor forbruget ikke overskrider jordens ressourcer (Norris, 2019: 206).

Overforbrug er en grundlæggende og tilbagevendende problemstilling i tekstilbranchen, der til dels kan løses ved implementering af øget genanvendelse og CØ, hvor virgine materialer substitueres med genanvendte (Han et al., 2017; Moorhouse & Moorhouse, 2017). Hertil vurderer Moorhouse & Moorhouse at CØ og reduktion af affald, kan være med til at skabe et øget fokus på problemet omkring ressourcetrækket, og samtidig give virksomheder mulighed for at arbejde mod en cirkulær omstilling (Moorhouse & Moorhouse, 2017).

Det nuværende genbrugssystem er ifølge Koligkioni et al., med til at reducere ressourceforbruget, og ses som en substitution af virgine materialer (Koligkioni et al., 2018). Det vurderes yderligere af Koligkioni et al., at 17 % af de forbrugte tekstiler i Danmark, bliver genbrugt gennem forbruger-til-forbruger (C-2-C). Genbrugssystemet kan ses som en levetidsforlængelse af tekstiler, hvilket vurderes at have en positiv miljøeffekt, ud fra en antagelse om, at én genbrugt beklædningsgenstand substituerer købet af et virgint produkt (Koligkioni et al., 2018).

En svensk undersøgelse af Kalmykova et al., viser samtidig at forbrugs- og affaldsmængderne af tekstiler stiger mere end genanvendelsesraterne. Dette afspejler at det nuværende forbrug ikke er bæredygtigt, særligt ikke med de tilgængelige genanvendelsesteknologier (Kalmykova et al., 2016).

Hertil påvises det i review (I) hvordan den nuværende produktionsform medvirker til flere forskellige negative miljøeffekter. Overforbruget som følge af *fast fashion*, ses hermed som en af hovedproblemstillingerne, grundet et øget forbrug af virgine ressourcer. Derfor skal der være et reguleringsmæssigt fokus på reduktion af forbruget, når det på nuværende tidspunkt ikke er muligt at genanvende tekstiler hurtigere end forbruget stiger (Kalmykova et al., 2016).

Closed-Loop & Open-Loop

Closed-loop er en nødvendighed for at reducere ressourcetrækket, og er en del af grundtanken for CØ med kaskadering af materialer i loops. I tekstilbranchen, kan et closed-loop beskrives som en tilbageførelse af brugte tekstilfibre som input til produktionsfaserne. Open-loop defineres som genanvendelse af materialer i sekundære værdikæder, hvor

genanvendte tekstiler indgår som substitution for andre produkter (Sandin & Peters, 2018).

Leal Filho et al., vurderer at en integrering af genanvendte ressourcer i fremtiden, kan indgå som en del af ressourcepuljen, på lige vilkår med virgine fibre. Dette vil typisk kræve en upcycling af forbrugte tekstiler, til at have samme kvalitet og egenskaber som virgine fibre. Dette er en nødvendighed for en cirkulær omstilling, hvor industrien gøres ansvarlig for reduktion af råmaterialer (Leal Filho et al., 2019).

Hertil vurderes det af Agrawal et al., at CØ er en tilgang, der kan give mulighed for at åbne vejen for at skabe genanvendte ressourcer, som input i andre værdikæder (Agrawal et al., 2017). Denne tilgang kan anses som et open-loop, hvor der oftest ses en downcycling af tekstiler, der benyttes som fyld i andre produkter i en sekundær værdikæde.

Genbrug kan derfor ikke ses som en tilbageførelse af ressourcer i hverken et closed-loop eller open-loop. Dog medvirker genbrug til at bibeholde ressourcer og reducere forbruget af nye virgine beklædningsgenstande, såfremt de substituerer et nyt køb (Koligkioni et al., 2018).

For at skabe rammerne for CØ, kræves det at de brugte tekstiler bliver indsamlet og sorteret, således at de kan genbruges eller genanvendes. Derfor er en ændring af affaldssystemet en nødvendighed i nogle lande. I Tyskland er der eksempelvis blevet foretaget en ændring fra affaldshåndtering til ressourcehåndtering. Denne ændring medvirker til et øget fokus på CØ-principper, herunder skabelse af closed-loop, samt øget ansvar til producenter og forbrugere, for produkternes liv efter forbrug. Her påpeges det dog, at der opstår nye problematikker omkring rollefordelingen i affaldssektoren, hvor private aktører, let kan komme i konkurrence med kommunale instanser (Nelles et al., 2016).

4.4.3 Potentielle ændringer i værdikæden

Inden for tekstiler omhandler en omstilling til CØ ikke udelukkende en ændring af affaldssystemer, men vil formentlig også kræve en ændring i produktions- og forbrugsvaner. Det vurderes at CØ kan være en platform for udviklingen af nye forretningsmodeller, hvor

værdiskabelsen baserer sig på tankerne om den cirkulære fremgangsmåde (Stål & Jansson, 2017). I forhold til ændringer i værdikæden, for at skabe øget fokus på CØ, vil dette afsnit behandle områder vedrørende, *Product-service-systems, udvidet producentansvar* samt *design for reuse*.

PSS & EPR

Stål & Jansson understreger vigtigheden ved udviklingen af forretningsmodeller som *product-service-systems*, hvor forbrugeren ikke køber produkter, men lejer dem eller modtager en service i stedet. Dette kan give virksomheder mere værdi ved at skabe produkter, der er designet med henblik på levetidsforlængelse. Manglende genanvendelsesteknologier for tekstiler gør dog, at PSS ikke kan stå alene som løsning på at reducere miljøeffekter og forbrugsmønstre. PSS kan i samspil med udvidet producentansvar, spille en rolle, ved at øge take-back ordninger og skabe closed-loop (Piribauer & Bartl, 2019; Stål & Jansson, 2017). Der ses mange måder at øge indsamlingsraterne på, både ved brug af EPR, hvor retailers får mere ansvar, samt ved brugen af afgifter og tariffer, der giver rabatter til borgere, som sorterer deres affald (Bukhari et al., 2018; Ragazzi et al., 2017).

Udvidet producentansvar i Frankrig

Bukhari et al., beskriver EPR, som en tarif, der kan pålægges retailers og producenter, hvortil indtægterne kan bruges på at udvikle indsamling, sortering, genbrugs- samt genanvendelsesordninger. Denne ordning er implementeret i Frankrigs tekstilbranche, som det eneste land i verden. Implementering af EPR, har medført en stigning af indsamlingsraterne fra 65.000 t i 2006, til 210.000 t. i 2016. I forlængelse af dette, bliver der kun energiudnyttet og deponeret 6 % af de indsamlede tekstiler i Frankrig.

Motivationen i tarifsystemet bygger på, at virksomheder kan få rabat, ved at benytte genanvendte materialer i deres produkter, og/eller implementere egne take-back systemer og closed-loop ordninger (Bukhari et al., 2018).

Tekstilvirksomheder, der fokuserer på at opnå rabat, vil i højere grad benytte genanvendte materialer fra spild i produktionsfaserne, i stedet for post-consumer⁷ tekstiler.

⁷ Post-consumer: Anvendes som et begreb til at beskrive affald brugt af forbrugere fra husholdningen.

Rabatten på tariffen kan ændre på designfaserne, men har ikke været høj nok til at facilitere et reelt eco-design, med fokus på kaskadering og brug af post-consumer affald i produktionsfaserne (Bukhari et al., 2018).

EPR kan derfor være med til at øge udviklingen af CØ i forhold til closed-loop genanvendelse, men det må dog forventes, at der er store omkostninger forbundet med etablering af indsamling- og sorteringsordninger, samt udvikling af genanvendelsesteknologier. Disse omkostninger kan dog mindskes ved brug af EPR, hvor der øremærkes penge til udviklingen af CØ i håndteringen af brugte tekstiler. Hermed kan en økonomisk støtte medvirke til at gøre genanvendelsesprocesser billigere, samt medvirke til at øge udviklingen inden for sortering, indsamling og genbrug generelt (Leal Filho et al., 2019; Baroque-Ramos et al., 2017; Mo et al., 2009).

Design for reuse

Udviklingen mod en Cirkulær Økonomi i tekstilindustri starter i designfasen. Dog er det ikke muligt blot at designe problemerne væk, ved at ændre på materialekompositionen, da der kræves fokus på alle led af produkternes livscyklus (Moorhouse & Moorhouse, 2017). I designfasen af værdikæden kan der være problemer i forhold til implementeringen af CØ. Denne implementering kræver fokus på *design for reuse*, ved at skabe produkter, der er genbrugelige og genanvendelige. Det vurderes at manglende standarder for genanvendte materialer er et problem for flere led i værdikæden, herunder de producerende virksomheder, samt designvirksomheder. Der mangler klarhed omkring, hvilke egenskaber de genanvendte materialer har. Derfor er der behov for udvidet information omkring oprindelse, kvalitet og fibersammensætning, hvis genanvendelse skal etableres i stor skala (Han et al., 2017; Norris, 2019).

4.4.4 Genanvendelsesteknologier

Genanvendelsesteknologier gør det muligt at skabe nye produkter, der bl.a. kan bruges til at profilere virksomheder på bæredygtighed (Moorhouse & Moorhouse, 2017). Artiklerne omhandlende genanvendelsesteknologier, beskæftiger sig enten generelt med genanvendelse, eller med eksempler på genanvendelsesteknologier, der kan omdanne tekstiler til nye produkter eller råmaterialer. Derfor vil dette afsnit beskrive de nuværende genanvendelsesteknologier.

Definition af genanvendelse

Piribauer & Bartl definerer rammerne for tekstilgenanvendelse ved denne kategorisering:

- i) *Product recycling*: er en genanvendelsesform, hvor de kemiske og fysiske konstellationer af tekstiler ikke ændres. Denne definition benyttes indenfor mekaniske genanvendelse.
- ii) *Material recycling*: er en genanvendelse, hvor der forekommer ændringer af tekstilernes fysiske form, men ikke deres kemiske sammensætning. Dette ses eksempelvis ved smeltning af PET fra polyester. Denne definition benyttes inden for kemisk genanvendelse.
- iii) *Feedstock recycling*: er en proces, hvor både den fysiske og kemiske sammensætning af tekstiler nedbrydes til input i ressourcepuljen. Denne definition er ligeledes kemisk genanvendelse (Piribauer & Bartl, 2019).

Metoderne for genanvendelsesteknologierne kan dermed overordnet kategoriseres i mekanisk- og kemisk genanvendelse.

Mekanisk genanvendelse

Den mekaniske genanvendelse kategoriseres som product recycling (i), hvor brugte tekstiler typisk bliver shredded (Piribauer & Bartl, 2019). Inden for mekanisk genanvendelse, eksisterer en teknologi, der ikke har ændret sig betydeligt i de sidste 200 år (Norris, 2019). Det er muligt med denne teknologi at skabe produkter af forholdsvis god kvalitet, såsom måtter og klude. Det er ikke muligt at skabe nye beklædningsgenstande i høj kvalitet, da fibrene forkortes, hvilket vurderes at være den største udfordring for teknologien (Agrawal et al., 2017). Derfor betragtes mekanisk genanvendelse oftest som en downcycling af produkter.

Et eksempel på mekanisk genanvendelse ses i Landi et al., hvor tekstilfibre i affald, shreddes og bruges som fyld i produktion af nye bildæk. Teknologien er udviklet i Italien, der har et etableret erhverv for dækproduktion. Her fastslås det, hvordan denne metode kan

være med til at skabe closed-loop baseret på CØ principper. Desuden vurderes det at reduktion af virgine produkter kan være med til at billiggøre dækproduktion på sigt, men kræver sikrede, sorterede mængder, der kan indgå i den mekaniske genanvendelsesproces (Landi et al., 2018).

Et andet eksempel på mekanisk genanvendelsesproces ses af Leon et al., hvor overskydende tekstilmaterialer benyttes fra produktions- og husholdningsaffald, der shreddes og tilføres et bindemiddel, hvorefter fibre presses. Fordelen ved denne proces er, at sortering ikke er nødvendig og det færdige produkt kan benyttes i stabiliseringsmaterialer. Denne teknologi kan være med til at øge genanvendelsesraterne, samt implementere CØ i tekstilindustrien ved at lave regionale closed-loop systemer (Leon et al. 2016).

Et yderligere eksempel på mekanisk genanvendelse ses i Agrawal et al., hvor der ved tilføjelse af harpiks til shredded tekstilfibre, kan skabes produkter, der kan formes og har øget styrke, som kan bruges til produktion af måtter, hynder eller lignende. Det er dog et problem at harpiksen besværliggør yderligere genanvendelse (Agrawal et al., 2017).

Det er dog modstridende, at disse eksempler beskriver implementering af closed-loop ved mekanisk genanvendelse. En sådan tilbageførsel af ressourcer anses ikke som en lukning af værdikæden, men som en overførsel af ressourcer fra affald til nyt produkt i en sekundær værdikæde. Ressourcerne forbliver i brug, men loopet for ressourcerne lukkes ikke, og der skabes ikke en reduktion af inputtet af virgine materialer i tekstilsektoren ved eksterne open-loops. Dermed betragtes eksemplerne for mekanisk genanvendelse som open-loops.

Dette kan dog være medvirkende til at reducere ressourcetrækket i produktionsfasen for nye produkter i andre brancher (Sandin & Peters, 2018).

Kemisk genanvendelse:

Kemisk genanvendelse kan ses som både material recycling (ii) og feedstock recycling (iii). De forskellige kemiske genanvendelsesprocesser arbejder typisk med enten en udvinding af råmaterialer fra brugte tekstilfibre, ved nedbrydning af rene tekstiler, til nye fibre, eller ved udtræk af forskellige kemiske stoffer i tekstiler, til nye råstoffer, som cellulose og PET (Piribauer & Bartl, 2019).

Kemisk genanvendelse er ikke kommercialiseret og benyttes derfor ikke i stor skala, endnu. Teknologierne er under udvikling og viser store potentialer. Der er dog behov for yderligere viden inden for området (Quartinello et al., 2017). Det vurderes at den kemiske genanvendelsesproces, virker til at være mest fordelagtig i forhold til at skabe nye produkter ud af forbrugte tekstiler, der har samme egenskaber, som de virgine (Piribauer & Bartl, 2019).

Eksempler på kemisk genanvendelse

Quartinello et al. vurderer at en kemiske genanvendelsesproces kan give mere værdi i affaldsprodukter end mekanisk genanvendelse. Her nævnes bl.a. en kemisk genanvendelsesproces med brug af hydrolyse⁸, hvor der ikke anvendes skadelige kemikalier. Processen gør det muligt at udtrække 85 % af råmaterialerne i produkterne i samme værdi som virgine (Quartinello et al., 2017).

Det er ligeledes muligt at benytte svampe til at udtrække cellulose, fra tekstilaffald med ren PET som restprodukt. Denne teknologi kategoriseres som *feedstock recycling*, og kan udtrække 100 % PET og ca. 80 % cellulose fra en fibersammensætning på 80/20 (bomuld/polyester). Processen er ligeledes ikke kommerciel eller domesticeret, men har potentiale til at forøge den kommercielle værdi af de virgine ressourcer i tekstilprodukter, ved at skabe closed-loop i branchen og øge transition mod CØ (Hu et al., 2018).

Et andet eksempel på *feedstock recycling* er ved en enzymatisk behandling, hvor byggestenene i tekstilmaterialer kan udtrækkes. Denne proces er attraktiv for genanvendelse af kompositmaterialer⁹, der ellers er svære at genanvende gennem andre processer. Processen trækker bindingerne fra de forskellige fibertyper fra hinanden, hvorefter fibre kan benyttes til nye råmaterialer (Quartinello et al., 2018).

Der findes tekstiler, der er meget besværlige at genanvende, og som i dag ikke engang bliver energiudnyttet, grundet deres tilsætning af bl.a. flammehæmmere. Dog kan disse

⁸ Hydrolyse: En spaltning af molekyler i vand.

⁹ Kompositmateriale: Materiale bestående af flere forskellige komponenter.

genanvendes gennem brug af *material recycling*. I denne proces er det muligt at udtrække cellulose fra viskose, uden at nedbryde den kemiske struktur. På den måde kan der skabes nye, brugbare fibre, fra produkter, der ellers ville deponeres. Disse fibre kan indgå direkte i de nuværende produktionsprocesser (Vecchiato et al., 2017).

Grundlæggende fungerer disse genanvendelsesteknologier på et forsøgsstadium. I en teoretisk betragtning har de potentiale til at genanvende store dele af de forbrugte tekstiler i et closed-loop, men er endnu ikke udviklet til at håndtere de store mængder, der forbruges i dag.

Genanvendelse & Cirkulær Økonomi

Der er forskellige opfattelser af hvordan genanvendelsesteknologier har indflydelse på udvikling af CØ. Skal CØ implementeres i tekstilbranchen, er det nødvendigt at genanvendelse ikke udelukkende ses som værende en *product recycling*. I denne genanvendelsesproces kommer tekstiler ud af loopet og ender i andre produkter, hvor ressourcerne ikke tilbageføres. Muligheden for at skabe nye beklædningsgenstande af de produkter, der ikke har kvalitet til genbrug, ses kun ved nedbrydning af tekstiler ved enten *material recycling* eller ved *feedstock recycling*. Dermed antages det at kemisk genanvendelse er essentielt for implementeringen af CØ med kontinuerlig tilbageførelse af ressourcer, der kan reducere forbruget af virgine ressourcer.

Dette understreger problemstillingen omhandlende én enkelt definition af genanvendelse, som det ses af affaldshierarkiet. De forskellige forhold, der gør sig gældende inden for genanvendelse og deres forskellige påvirkninger af ressourceflows, peger mod en nødvendighed for brugen af flere forskellige genanvendelsesdefinitioner i affaldshierarkiet.

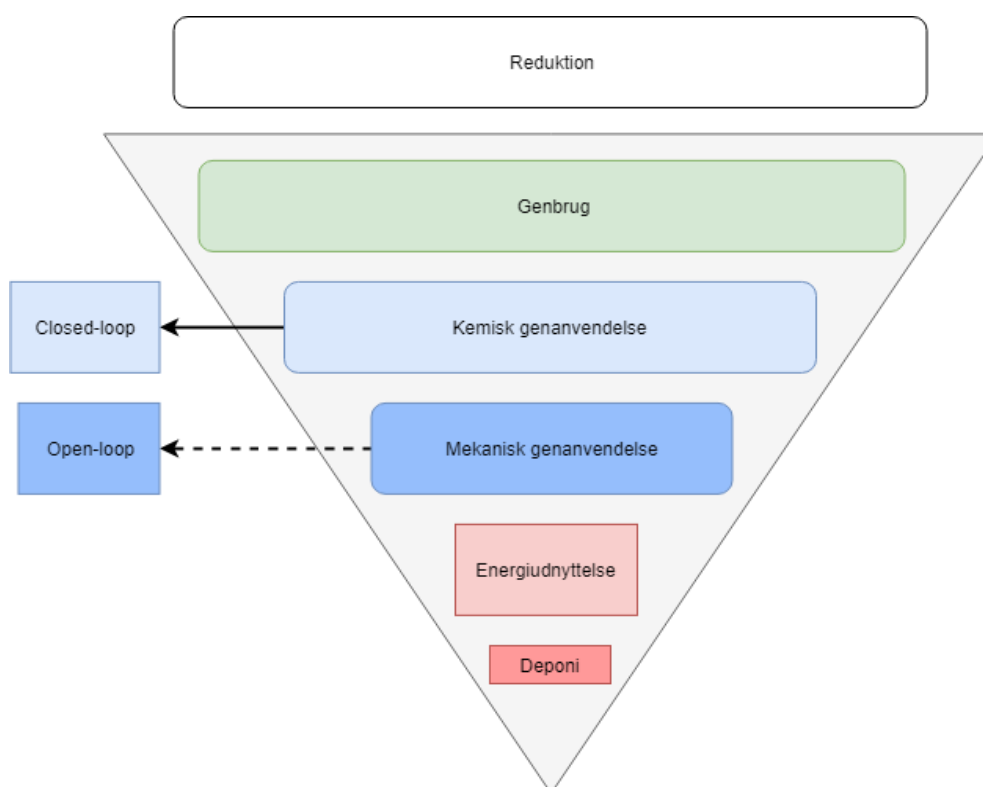
Forståelsen af at kemisk genanvendelse kan bidrage til implementering af CØ, er dannet på baggrund af, at de genanvendte beklædningsgenstande skal kunne substituere brugen af virgine fibre i produktionsleddene. Dermed vil de genanvendte fibre og kemiske grundsten, som cellulose, skulle konkurrere med de virgine tekstilfibre på verdensmarkedet. Da genanvendelsesteknologierne er under udvikling, er der på nuværende tidspunkt ikke afsætningsmuligheder for de store mængder tekstiler, der ikke kan genbruges, og som

derfor går til energiudnyttelse og deponering. Implementeringen af CØ og closed-loop, er derfor begrænset af de kemiske genanvendelsesteknologiers udvikling.

4.4.5 Opsummering: Cirkulær Økonomi definition og affaldshierarkiet

I konceptualisering af Cirkulær Økonomi, angiver Kirchherr et al. at de 114 artikler i reviewet indbefatter 95 forskellige videnskabelige definitioner af CØ, hvorfor det har været nødvendigt at have en mere specifik konceptualisering af CØ for tekstiler. Dette skyldes bl.a. at tekstiler adskiller sig fra andre affaldsfraktioner, ved det faktum at tekstilprodukter slides kraftigt ved brug og vask (Sandin & Peters, 2018).

En gennemgang af de forskellige definitioner fra artiklerne i Kirchherrs review, viser endvidere at kun 30 % inddrager affaldshierarkiet. Det vurderes dog at det er nødvendigt at uddybe affaldshierarkiet i forhold til at guide aktører til en prioritering af affald (Kirchherr et al., 2017: 227). På baggrund heraf er der dannet et nyt affaldshierarki, som inkluderer alle 4R'er, for at inddrage CØ i prioritering af affald, med fokus på tekstiler.



Figur 13: "Affaldshierarkiet med 4R'er inkluderet" (egen udarbejdelse)

Som det fremgår af ovenstående affaldshierarki, har reduktion den højeste prioritering. Hertil prioriteres genbrug, da det kan substituere købet af nye beklædningsgenstande. Dernæst kommer prioriteringen af genanvendelse, hvoraf kemisk genanvendelse prioriteres højere end mekanisk genanvendelse, grundet muligheden for etableringen af closed-loop, fremfor open-loop. Genvinding ses ved energiudnyttelse, hvor de tekstiler, som hverken kan genbruges eller genanvendes, ender til el- og varmeproduktion. Mindst ønskværdige prioritering af affald, fremgår fortsat som deponering. Hermed bliver de 4R'er rangeret fra den mest, til det mindst ønskværdige scenarie for tekstilerne efter forbrugsfasen.

Hermed er der forskellige end-use muligheder for tekstiler, som prioriteret i ovenstående affaldshierarki. I figur 14, illustreres det hvordan tilbageførsel af ressourcer, før forbrugsleddet, ikke gør sig gældende ved genbrug. Herudover ses det hvordan open-loop som regel, medfører en downcycling af produkter og ikke medvirker til reduktion af ressourceforbruget i tekstilbranchen.

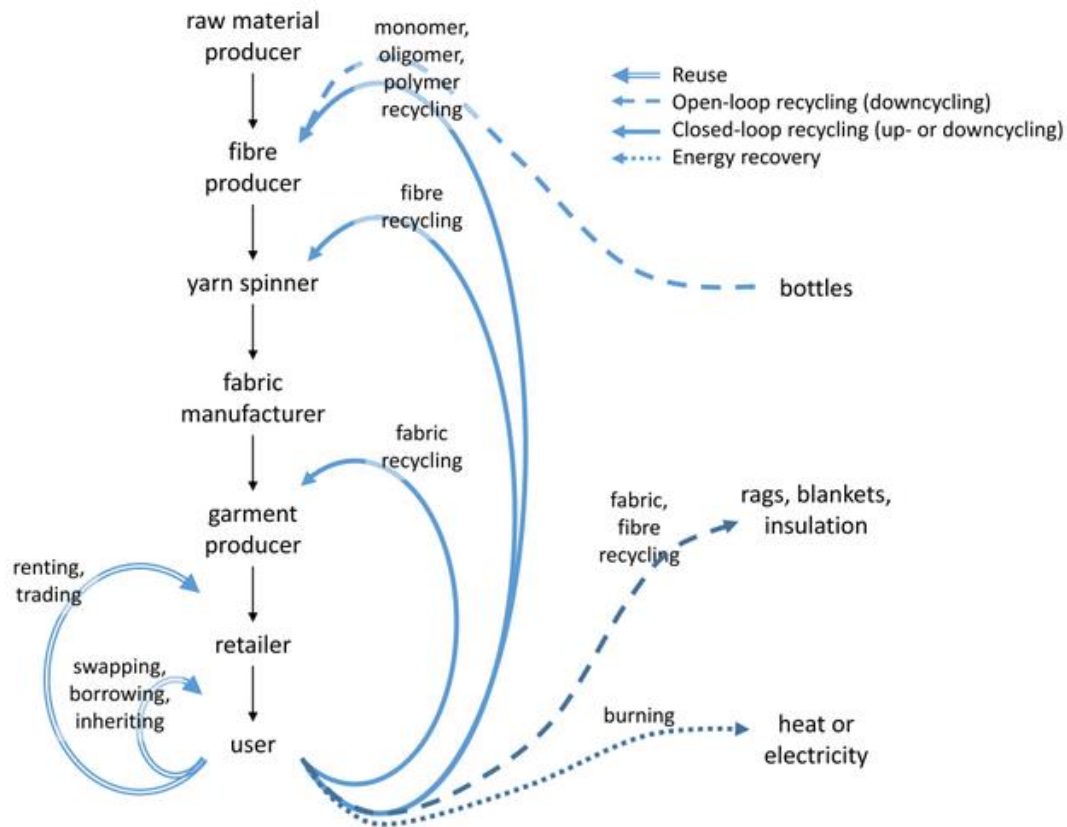


Fig. 1. A classification of textile reuse and recycling routes.

Figur 14: "a classification of textile reuse and recycling routes" (Sandin & Peters, 2018: 356)

Figuren viser hvordan reduktion af ressourcetrækket, er den bærende faktor i udvikling af CØ. Genanvendelse i closed-loop, med dertilhørende leje- og reparationsordninger, påpeges derfor at være en teoretiske løsning på at tilbageføre ressourcer i tekstilbranchen. CØ anses derfor som en kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer, hvor det ses at systemer baseret på open-loop, har en udfordring i, netop at tilbageføre ressourcer og materialer til deres oprindelige værdikæde. Derfor er specialets definition af CØ for tekstiler: *En kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer til den oprindelige værdikæde, der medvirker til substitution i forbruget af virgine ressourcer.*

Med specialets definition menes, at tekstiler skal kunne tilbageføres til den oprindelig værdikæde i et vedvarende flow, for dermed at kunne reducere og substituere brugen af virgine ressourcer til produktion af nye tekstiler. Dette vil både kunne sikre at genanvendte materialer anvendes i højere grad, fremfor virgine, som input i produktionen af nye tekstiler. Derudover kan dette reducere affaldsmængder, da produkterne vil anvendes igen og igen i et kontinuerligt flow.

Problematikkerne ved denne definition er, at den bygger på en teknologisk udvikling. De kemiske genanvendelsesteknologier er på nuværende tidspunkt ikke kommercielle eller eksisterende i stor skala. Det er hertil ikke muligt at vurdere præcis, hvor stor en miljøbelastning de kemiske genanvendelsesprocesser har. Derfor er der en teoretisk mulighed for, at tekstiler kan have en større ressourcemæssig fordel, ved at substituere brugen af andre materialer i et open-loop. Dog forventes det at specialets definition af CØ, i større grad kan medvirke til at reducere miljøeffekterne, der ses ved produktion af tekstiler (jf. Afsnit 4.3).

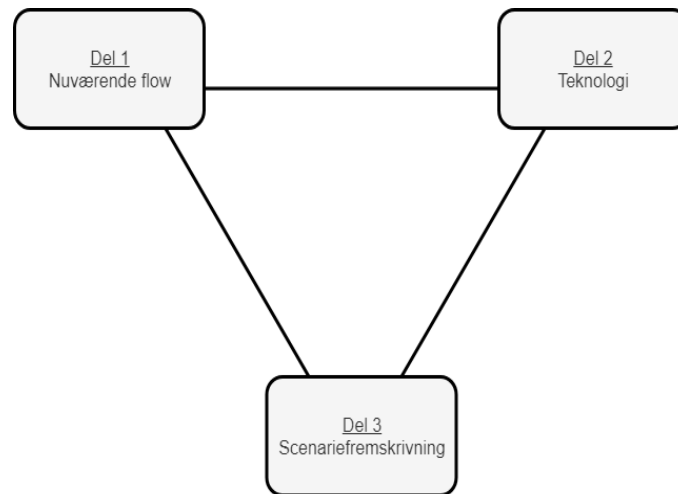
På længere sigt vil implementering af CØ, med denne definition, give mulighed for at producere nye beklædningsgenstande af tidligere brugte. Endvidere kan en udvikling og støtte af dette, potentielt set medvirke til at reducere råvarepriserne for genanvendte materialer, til et punkt, hvor de konkurrencedygtige med virgine ressourcer. Dette kan muligvis skabe en udviklingen af kemisk genanvendelsesteknologier. Hermed benyttes specialets definition om *en kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer til den oprindelige værdikæde, der medvirker til substitution i forbruget af virgine ressourcer*, være udgangspunktet for de kommende analyser.

5. Analysekapitel

Dette kapitel er specialets analyse. Indledningsvist vil der forekomme en beskrivelse af hvordan analysen er opbygget, samt hvilke analysetilgange, der benyttes. Analysen er opdelt i tre delanalyser, der hver har til formål at besvare specialets undersøgelsesspørgsmål. Til at beskrive sammenhængen mellem de tre delanalyser, samt kapitlets funktion i forhold til resten af specialet, er der udarbejdet en analyseplatform.

Analyseplatform

Analyseplatformen er illustreret i figur 15, hvor det således ses at delanalyserne konstituerer hinanden.



Figur 15: "Analyseplatform" (egen udarbejdelse)

Delanalyse 1: Tekstilers flow i Danmark

Dette er den første delanalyse, som beskriver opbygningen af det nuværende flow for tekstiler i Danmark. Dette gøres med henblik på at besvare undersøgelsesspørgsmålene: *Hvordan er håndteringssystemet for tekstiler efter forbrug, fra de danske husholdninger?* og hertil *Hvilke problematikker eksisterer ved den nuværende håndtering af tekstiler, i forhold til affaldshierarkiets prioritering?*

Denne delanalyse danner grundlag for kapitlets videre analyse. Der vil gennem delanalysen være fokus på hvilke aktører, der er i det nuværende håndteringssystem for tekstiler, herefter vil der blive analyseret på de nuværende indsamlings- og sorteringsforhold. Dette gøres for at kunne besvare første undersøgelsesspørgsmål. Derefter analyseres på flowet for genbrug og genanvendelse, og hertil beskrives de nuværende økonomiske forhold. Dette vil skabe grundlaget for sidste led i delanalysen, som omhandler problematikker ved det nuværende håndteringssystem for tekstiler, i forhold til affaldshierarkiet prioritering og definitionen af genbrug. Delanalysen vil undervejs have opsummeringer på de forskellige afsnit, hvilket udmunder i en samlet delkonklusion.

Delanalyse 2: Teknologianalyse

Dette er analysens anden delanalyse, som har til formål at analysere hvilke teknologiske muligheder, der eksisterer inden for genanvendelse af tekstiler. Dette gøres for at besvare undersøgelsesspørgsmålet: *Hvordan kan teknologiudviklingen, inden for sortering og genanvendelse af tekstiler, medvirke til kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer?*

Analysen vil foretages ud fra to overordnede teknologiske muligheder. Henholdsvis *Mekanisk genanvendelse* og *Kemisk genanvendelse*. Der vil i denne delanalyse fremkomme eksempler på forskellige genanvendelsesmuligheder inden for mekanisk- og kemisk genanvendelse, hertil vil der være fokus på automatisk sorteringsteknologi. Dette gøres for at kunne besvare første del af undersøgelsesspørgsmålet, hvorledes der er behov for teknologiudvikling inden for sortering og genanvendelse. Dernæst vil disse teknologier anses i forhold til specialets konceptualisering af CØ, hvorfor det vil blive besvaret hvordan disse teknologier vil kunne medvirke til kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer. Denne delanalyse vil have tre delkonklusioner, baseret på de forskellige teknologiske muligheder.

Delanalyse 3: Scenarier for fremtidens tekstilhåndtering

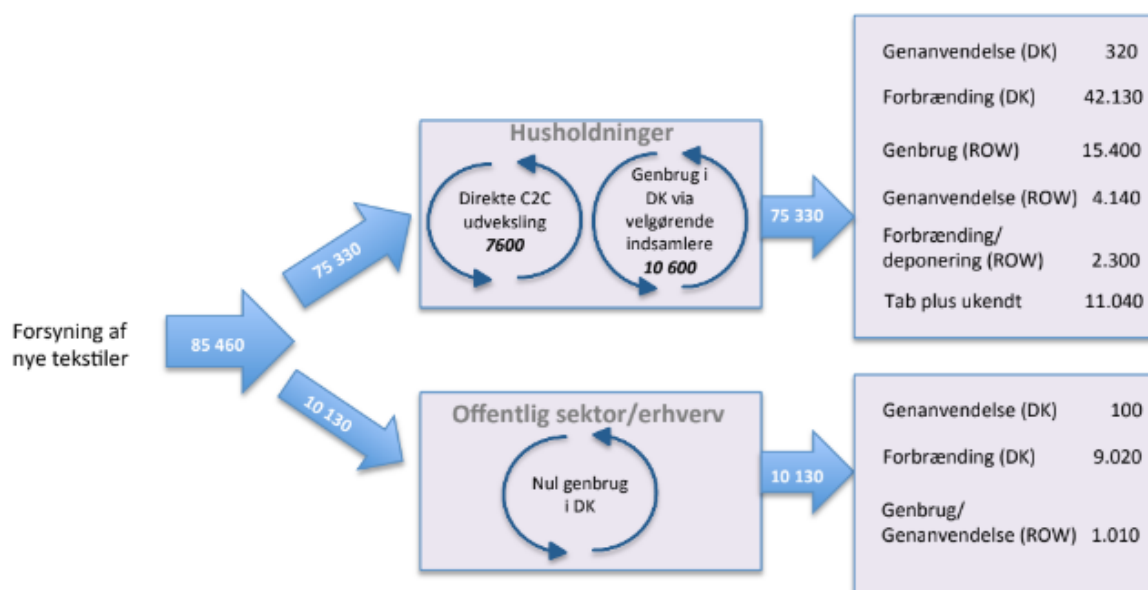
Denne delanalyse vil være analysekapitlets sidste. Denne vil være en sammenfatningen af de to foregående delanalyser, med henblik på at fremskrive tre scenarier for den fremtidige håndtering af tekstiler. Dette gøres med udgangspunkt i undersøgelsesspørgsmålet: *Hvorledes kan Cirkulær Økonomi implementeres i håndteringssystemer for tekstiler i 2025?*

Der vil indledningsvist analyseres en fremskrivningsfaktor for mængderne af forbrugte tekstiler i 2025. Dette gøres som udgangspunkt for at kunne danne tre forskellige scenarier, med hver deres fremskrivning. Det første scenarie vil være et baseline-scenarie baseret på fremskrivningsfaktoren for forbruget. Herefter vil der fremstilles to scenarier med forskellige CØ-initiativer, hvor der fokus på ændringer i håndteringen, implementering af genanvendelsesteknologier, samt *drivers* til en cirkulær omstilling, i form af EPR og PSS. Hver af de tre scenarier vil udmunde i en delkonklusion, disse vil benyttes i specialets videre diskussion.

5.1 Delanalyse 1: Tekstilers flow i Danmark

Dette afsnit vil beskrive, hvorledes tekstiler *indsamles, sorteres, genbruges og genanvendes* i Danmark. Til grundlag for afsnittet anvendes selvindsamlet empiri fra aktører, der opererer inden for disse felter. Endvidere benyttes Miljøstyrelsens estimater fra rapporten 'Kortlægning af tekstilflows i Danmark' fra 2018, samt Nordisk Ministerråds rapporter 'Prevention of Textil waste' fra 2012 og 'Export of Nordic Used Textil' fra 2016. Disse estimater anvendes som primær kilde til beskrivelsen af tekstilers flow. Nedenfor vises et forenklet flow over forbrugte tekstilers videre forløb fra Danmark i 2016.

Forenklet overblik over flows af nye og brugte tekstiler til og fra husholdninger og andre sektorer i 2016 (ton) (ROW = Rest of World)



Figur 16: "Forenklet overblik over flows af nye og brugte tekstiler til og fra husholdninger og andre sektorer i 2016 (ton) (ROW= Rest of World)" (Miljøstyrelsen, 2018: 56)

Opbygning af delanalyse 1:

Afsnittet er opdelt efter de forskellige led, tekstiler gennemgår efter deres forbrugsfase. Derfor vil afsnittet indledningsvis beskrive indsamlingen af tekstiler, med fokus på de forskellige aktører, der i dag opererer på markedet. Andet afsnit vil gennemgå, hvordan de indsamlede tekstiler, bliver sorteret med henblik på videresalg, til genbrug eller genanvendelse. Det gøres ud fra eksempler med de udvalgte aktører, der indsamler og sorterer tøj i Danmark, for at give et indblik i de forskellige håndteringsmetoder og fremgangsmåder. Tredje afsnit omhandler tekstilers flow med henblik på genbrug og genanven-

delse, fra de indsamlede mængder. Afsnittet vil gennemgå økonomien i genbrug- og genanvendelsesfraktioner, samt analysere hvilke problematikker, der ses ved det nuværende flow.

Aktører i sektoren

Velgørenhedsorganisationer og private aktører står for den største andel af de indsamlede tekstiler i Danmark (Tojo et al. 2012: 22). Derfor anvendes selvindsamlet empiri til analysen, med eksempler fra foretaget interviews, med de største private indsamlere på det danske marked. Disse har forskellige forretningsmodeller samt processer til indsamling og udsortering af tekstiler, som vil analyseres nærmere i de kommende afsnit. De udvalgte private indsamlere er: Røde Kors, UFF Humana og Trاسبorg.

Røde Kors

Røde Kors er den nødhjælpsorganisation, som står for den største del af indsamling af brugte tekstiler i Danmark. Organisationen indsamler tekstiler over hele landet i ca. 1.500 containere med henblik på genbrug og videresalg i deres 240 butikker. Den mængde som vurderes uegnet til salg i Røde Kors butikkerne i Danmark, bliver eksporteret til udlandet (Røde Kors, u.å.).



UFF Humana

UFF Humana er en miljø- og udviklingsorganisation, der benytter overskuddet fra salg af beklædningstekstiler, indsamlet i over 900 containere over hele Danmark, til udviklingsarbejde i afrikanske lande.



UFF Humana har hverken sorteringsanlæg eller egne butikker i Danmark, hvorfor de pakker alle indleverede tekstiler, for derefter at sælge disse til sorteringscentraler i Litauen, Bulgarien, Slovakiet og Tyrkiet (UFF, u.å. a; UFF, u.å. b).

Trasborg

Trasborg er den største private virksomhed i Danmark, som beskæftiger sig med indsamling og sortering af tekstiler (Tojo et al. 2012: 23). Deres indsamling af tekstiler sker i de 1.700 opstillede containere, på lige fod med velgørenhedsorganisationerne. Hos Trasborgs sorteringscentral i Taastrup, bliver tekstilerne, ligeledes sorteret manuelt i forskellige kategorier. De udsorterede tekstiler eksporteres til en række forskellige aftagere, både i og uden for Europa, men sælges ikke i Danmark (Trasborg, u.å.).



5.1.1 Indsamling

I flere årtier er der blevet indsamlet tekstiler i Danmark, primært med fokus på afsætning til genbrug. Dette har været økonomisk fordelagtigt, bl.a. grundet frivillig indlevering fra borgere. Tekstilerne videresælges primært i Danmark eller Østeuropa, og pengene bliver ofte brugt på velgørenhed. Dette system har ikke haft nogen direkte kobling til de kommunale affaldssystemer. Et nyligt ændringsforslag i EU's Affaldsrammedirektiv har dog medført at, der nu stilles større krav til medlemsstaterne, om bl.a. at etablere separate indsamlingssystemer for tekstilaffald fra den 1. januar 2025, med henblik på at øge genbrug og genanvendelse (Miljøstyrelsen, 2018: 4; EU's Affaldsrammedirektiv, 2018: artikel 12)

Det estimeres at der i 2016 blev indsamlet 36.000 tons brugte tekstiler fra husholdningen. Dette er tilsvarende 48 % af de i alt indkøbte tekstiler, hvilket betyder at næsten halvdelen af alle indkøbte tekstiler bliver indsamlet separat med henblik på genbrug eller genanvendelse. 90 % af indsamlingen af brugte tekstiler i Danmark foretages af private aktører. Som det fremgår af nedenstående tabel, eksisterer der mange forskellige private aktører, der agerer på det danske genbrugsmarked. Tabellen viser yderligere hvilke mængder og hvorledes de indsamler tekstiler i Danmark (Miljøstyrelsen, 2018: 33).

	Antal butikker Antal containere		Input (ton)			Output (ton)				
			Indsamlet via butikker og containere	Købt fra affaldsselska- ber	Total indsamlet (ekskl. tasker og sko)	Genbrug (DK)	Genanvendelse (DK)	Eksport (original)	Eksport (præ-sorteret)	Forbrændt (DK)
Privat operatør 1	0	1 600	4 520		4 181 ⁴			89%	9%	2%
Privat operatør 2		30	85	400	450 ⁴			100%		
Velgørehed 1	0	920	2 015		1 770			100%		
Velgørehed 2	125	200	950	650	1 360	6%	2%	74%	18%	1%
Velgørehed 3	240	1 700	7 000		6 160	20%		2%	74%	4%
Velgørehed 4	82	20	3 000	50	2 900	40%			55%	5%
Velgørehed 5	248		5 000		4 625 ⁴	85%			5%	10%
Velgørehed 6	25	1 200	6 000		5 700	25%	5%	50%	15%	5%
Velgørehed 7	60	500	1 870		1 730 ⁴	11%		37%	43%	9%
Velgørehed 8	73	95	1 740 ¹		1 610 ⁴	40%		0%	55%	5%
Mindre indsamle- re	158 ²	250	3 670 ¹		3 390 ⁴	50%			30%	20%
Brands	102		420		420			100%		
Kommunale affaldsselskaber ⁵			2120 ³		1920	14%	0.4%	18%		4%
Summen					35 000 ⁶	10 620	320	11 340	10 500	2 220

Figur 17: "Velgørehedsorganisationer, private aktører og kommuners indsamling og håndtering af tekstiler" (Miljøstyrelsen, 2018: 34)

Aktørerne indsamler som regel tekstilerne gennem opstillede containere på genbrugspladser, nær supermarkeder, på gader eller direkte via deres genbrugsbutikker (Miljøstyrelsen, 2018: 33). Hertil forklares det af genbrugschefen, Tina Donnerborg, hvordan Røde Kors håndterer tekstiler.

"Vi tømmer omkring 1800/1900 containere rundt omkring i hele Danmark. Cirka 2/3 dele tømmer de frivillige, og resten tømmer to centre. Centrene hos os, er sorteringscentre." (Bilag 2: [00:02:06.11])

Dette vidner om en tendens, der gør sig gældende i genbrugssektoren for tekstiler. Der er mange humanitære organisationer, der har frivillige medarbejdere, hvilket giver en øget

konkurrence på markedet for de private indsamlere. Hertil påpeges det af Kaj Pihl, som er indsamlingsleder hos UFF Humana, at der er mange om buddet, og der er stor forskel på om disse har lønnet eller frivillig arbejdskraft.

“Men der mangler noget information om, hvad det koster at indsamle tøj - for selvfølgelig koster det noget. Mange organisationer arbejder kun med frivillige, men vi arbejder kun med lønnet arbejdskraft. Det gør jo også en forskel.” (Bilag 3: [00:14:50.21])

Dette medfører at de private indsamlere, der ikke benytter frivillig arbejdskraft, har større udgifter. Dette kan ses som en del af årsagerne til at der i dag ses eksempler, hvor der på samme plads kan stå 9 containere, fra forskellige indsamlingsorganisationer.

“Der står 9 containere, så der er åbenbart et sted med rigtig meget tøj. Det kunne jo være smart, hvis ikke alle indsamlerne skulle hen til dén plads, og der kun var én indsamler, der stod der.(...)Det ville billiggøre logistikken. Det er ikke sikkert at det ville være ideelt for brugerne af containeren - måske har de en favorit organisation. Men for at billiggøre det og mindske CO₂(...)” (Bilag 3: [00:16:32.11])

Dermed kan det ses at den skærpede konkurrence betyder at flere organisationer kæmper om markedsandelen, hvilket på den ene side har medført en øget indsamling. På den anden side har det medført øget transport som følge af at flere organisationer indsamler fra de samme steder.

“Her står vi placeret med en bred vifte af konkurrenter. Det siger noget om markedssituationen. Som I kan se, står vi i midten med en enkelt container. Der står Røde Kors med 3 containere, Frelsens Hær med 3, Blå Kors med 2, og så er der Folkekirkens Nødhjælp og et par Trاسبorg-containere.” (Bilag 3: [00:08:00.04])

Derudover er der også flere kommunale aktører, der har separat indsamling af tekstiler. Det fremgår af nedenstående tabel fra 2016, at 9 ud af 22 adspurgte kommunale affaldsselskaber indsamler tekstiler, primært på genbrugspladser (Miljøstyrelsen, 2018: 35).

Kommune	Indsamlede mængde (2016)	Solgt i butikker (2016)	Solgt til indsamlere noteret i Tabel 4.3	Genanvendt (DK)	Eksporteret (usorteret)	Forbrændt (DK)
Kara Novoren			Startet i 2017			
Odense			Startet i 2017			
Tønder Forsyning			Startet i 2017			
Gladsaxe	61				61	
AffaldPlus	500	40	455			5
AVV	200	100	94	6		
Horsens	174	46	128			
ARWOS	280	15	215			50
REFA	200				200	
Sum (med sko/tasker)	1415	201	892	6	261	55
Sum (uden sko/tasker)	1286	183	810	5	237	50
Andel (%)	100%	14%	62%	0,4%	18%	4%

Figur 18: "Indsamling og behandling af tekstiler af kommunale affaldsselskaber" (Miljøstyrelsen, 2018: 35)

Af figuren kan det ses hvordan de kommunale affaldsselskabers indsamling udgør ca. 1.400 t. ud af den samlede mængde på ca. 80.000 t i 2016. Dette kan påpeges at være en relativ lille andel af de indsamlede mængder. Den samlede kommunale indsamling udgør

De kommunale affaldsselskaber er i stigende grad begyndt at arbejde med det øverste led i det danske affaldshierarki, om *forberedelse med henblik på genbrug*. Dette gør kommunerne gennem deres egne genbrugsbutikker, der er opstillet i forlængelse af genbrugspladserne, hvor den kommunale indsamling flere steder erstatter indsamling fra private aktører (Miljøstyrelsen, 2018: 35). Det har medført en vis debat omkring, hvorvidt kommunerne må have genbrugsbutikker og videresælge det borgerne afleverer. Det er dog blevet fastslået at selve sorteringen med henblik på videresalg, som kommunerne foretager på genbrugspladserne, betragtes som forberedelse med henblik på genbrug. Idet kommunerne er forpligtet til at prioritere affaldshierarkiet, er det tilladt for dem at videresælge indleverede tekstiler i genbrugsbutikker, uden borgerens samtykke (Horten, 2017).

Et yderligere fokusområde for de kommunale affaldsselskaber er husstandsindsamling, og hertil aktiv opfordring til borgerne om, også at indlevere nedslidte tekstiler, der ikke er egnet til genbrug. Københavns Kommune er bl.a. én af de nye aktører, som selv har overtaget indsamlingen af brugte tekstiler fra husholdningerne. De indgik i et pilotprojekt med Kara Novoren (i dag, kaldt ARGO), hvor de opfordrede borgerne til at indlevere nedslidte tekstiler. Forsøget fandt sted på mindre genbrugsstationer i København samt på Kara Novorens store genbrugsplads i Roskilde. Resultaterne af pilotprojektet viste at henholdsvis 57 % og 43 % af de indleverede tekstiler var af genbrugskvalitet, sammenlignet med 70 % andre steder (Miljøstyrelsen, 2018: 36).

Husstandsindsamling er dog fortsat sjælden, og ganske få kommunerne opererer med dette (Miljøstyrelsen 2018: 35). Et eksempel på husstandsindsamling, kan ses i Rødovre Kommune, hvor de i samarbejde med Vestforbrændingen, har etableret et pilotprojekt. Her blev borgerne opfordret til at indlevere alle tekstiler, der er genbrugsegnete, men også de nedslidte tekstiler, som borgerne ellers ikke ville donere til velgørenhedsorganisationer. Resultaterne fra dette pilotprojekt viste at det er muligt at øge indsamlingsraterne, dog med forholdsvis store etableringsomkostninger og begrænset økonomisk gevinst (Rødovre Kommune, 2019: 3-4).

I og med at de kommunale affaldsselskaber også begynder at indsamle alle tekstiler, og ikke kun de genbrugsegnete, medvirker det til en generelt øget indsamling. Dog kan denne fremgangsmåde også være med til at reducere mængderne, der afleveres til de private indsamlingsorganisationer. Til dette udtaler Tina Donnerborg, at særligt Københavns Kommune er en barriere for Røde Kors' indsamling.

"(...)f.eks. Københavns Kommune, hvor vi ikke kan sætte containere op, fordi de ikke vil have containere nogen steder." ; "Vi samarbejder ikke med Københavns Kommune, fordi Københavns Kommune sælger deres tekstiler. Det gør at vi ikke kan byde på dem i Røde Kors, fordi man sælger det i deres genbrugsforretning.(...)Det er i hvert fald ét dilemma i forhold til Københavns Kommune." (Bilag 2: [00:08:13.14]; [00:15:57.16])

UFF Humana er til gengæld de eneste private indsamlere af tekstiler på ARC's genbrugsplads i Københavns Kommune.

“Det er en genbrugsplads, som hører under ARC. Der er vi de eneste der indsamler, men det kan man ikke se på containeren, for vores mærkat er ikke på, det er efter aftale med ARC. Det er sådan de vil have det. Det vigtige er ikke hvem der samler ind, men hvad det er for en kategori. Det er jo nemt at forstå.” (Bilag 3: [00:08:00.04])

ARC, har foretaget et udbud på tekstilfraktionen, som UFF har vundet. Dette har dog medført at prisen, UFF skulle betale, har været forholdsvis høj (Bilag 3: [00:20:05.17]). Den økonomiske gevinst for UFF er derfor lavere i København, hvor de dog er sikret en vis mængde tekstiler.

Private indsamlere skal fortsat søge om anmodning for at opstille containere i en kommune. Eksemplerne fra Københavns- og Rødovre Kommune viser, at det er muligt for en kommunal aktør selv at indsamle centralt, og videresælge det til de eksisterende indsamlingsorganisationer og virksomheder. Dette anses som en forholdsvis radikal ændring af markedsstrukturen for indsamling, hvor en kommunal aktør har fjernet mulighederne for privat indsamling på offentlig grund.

Opsummering

Dermed er der en ændring at spore i det veletableret indsamlingsmarked for tekstiler i Danmark. De kommunale aktører er i højere grad begyndt at indtage markedet, som hidtil primært har bestået af private indsamlere. Dette kan forventes at betyde større mængder indsamlede tekstiler, men samtidig en større konkurrence på markedet, særligt mellem de private og kommunale instanser, samt internt mellem private indsamlere, som følge af udbud.

Denne konkurrence kan have visse betydninger, som det beskrives af Nelles et al., fra review (II), hvor samme tendens ses i Tyskland. Problematikken omhandler fordeling af midler til indsamling, hvor pengene fra borgerne kan benyttes til kommunal indsamling, men ikke til privat (Nelles et al., 2016). Et øget fokus på genanvendelse og forberedelse til genbrug for tekstiler, kan hermed skabe nye problematikker omkring rollefordelingen i affaldssektoren, særligt mellem private og kommunale aktører.

5.1.2 Sortering

Dette afsnit vil være en beskrivelse af, hvordan indsamlede tekstiler sorteres i Danmark, med henblik på videresalg, som enten genbrug eller genanvendelse. Der vil i særligt grad være fokus på hvordan sorteringen af tekstiler foregår iblandt de forskellige aktører på det danske marked.

Efter tekstiler bliver indsamlet, skal de håndteres, så de kan skabe mest mulig værdi for de virksomheder og organisationer, som arbejder med dem. De nuværende aktører på markedet arbejder ud fra forskellige forretningsmodeller, fælles er dog at tekstilerne primært bliver sorteret, med henblik på videresalg, som genbrug. Eksempelvis er Røde Kors' forretningsmodel opbygget omkring genbrug.

"Det vi er interesseret i, det er at få det tøj, der har potentiale til at blive genbrugt. For at få tøj, der har potentiale til at blive genbrugt, bliver man også nødt til at sortere alt det andet fra(...)." ; *"Vi vil gerne have mest muligt solgt i vores butikker - fordi det er dét, der er den reelle forretningsmodel."* (Bilag 2: [00:28:28.04]; [00:02:06.11])

Modsat Røde Kors, har UFF Humana og Trasborg ingen genbrugsbutikker i Danmark. Derfor er deres forretningsmodel opbygget omkring videresalg og sortering i flere kategorier, også for tekstiler af lavere kvalitet. UFF Humana foretager primært sorteringen i Østeuropa, hvorimod Trasborg sorterer i Danmark. Fælles for alle tre aktører er dog, at de sorterer manualet og efter kvalitet, som følge af værdien i videresalg.

Manuel sortering opdeles i forskellige kategorier. Nordisk Ministerråd har til dette, foretaget en undersøgelse over hvilke generelle kategoriseringer, der foretages ved sortering af tekstiler. Disse er:

1. Cream
2. Grade A, Grade B & Tropical Mix
3. 2nd grade
4. Klude til industri
5. Mekanisk genanvendelse
6. Andet affald end tekstiler (genanvendelse)
7. Tekstilaffald (afbrænding/deponi) (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64)

Cream er den bedste kvalitet, og bliver ofte solgt i de lande, de bliver sorteret i. De lavere klasser, såsom Grade A, B & Tropical mix, sælges enten til Østeuropa, Afrika, Mellemøsten eller Latinamerika. Mekanisk genanvendelse og nedrivning til industriklude sker ofte i Asien, hvor også store dele af det genanvendelige affald sælges til (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64). Selvom disse kategorier er klassificerede, er det ofte det enkelte personale på sorteringscentraler, der vurderer beklædningsgenstandes kvalitet og kategori.

“Ja altså, det er lidt forskelligt, fordi det tøj, der skal ud i genbrugsbutikkerne, det bliver sorteret i dame-sommerkjoler eller dame-bluser(...), så butikkerne kan bestille på centret, hvis de mangler ude i deres butik. (...)” (Bilag 2: [00:08:13.14])

Røde Kors sælger kun kvaliteten Cream i deres butikker i Danmark, hvilket svarer til ca. 10 % af den indsamlede mængde. De resterende mængder sælges via eksport til udlandet, hvor der foretages en yderligere sortering og kategorisering.

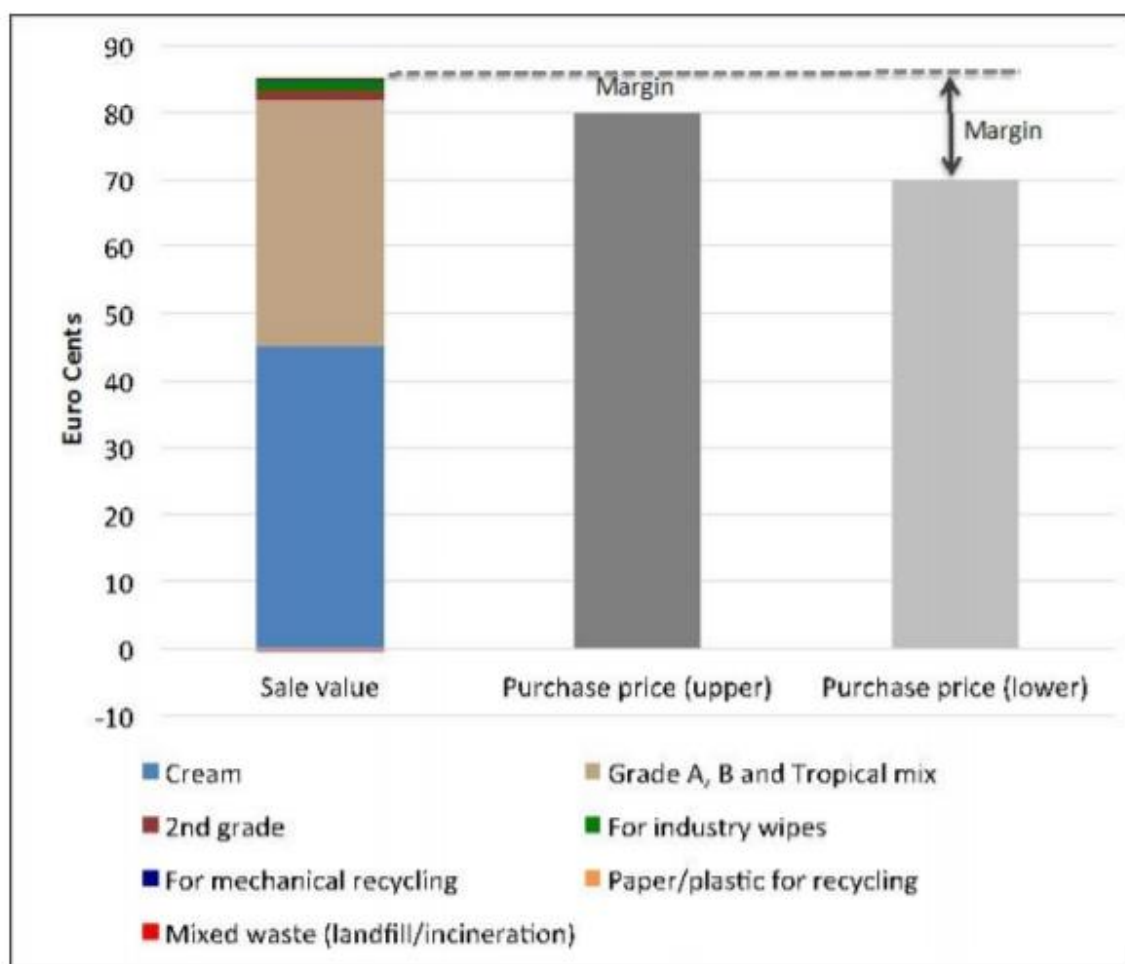
“Jeg vil skyde på at 10 % af det vi sælger, det kan sælges i genbrug og det laver en omsætning på knap 200 millioner om året, for Røde Kors(...). Det tøj, der ikke bliver solgt ude i butikkerne, det kalder vi at det ‘dør i rotationen’, når det ikke er blevet solgt i butikkerne. Så kommer det tilbage på centret og så sælger vi det til eksport.” ; “De ting vi sælger ud, der sortere vi ud, i f.eks. tøj og sko. Vi sortere det op i bomuldsfibre, syntetiske fibre og ellers i hvad vi tror, der er genbrug og hvad, der ikke er.”

(Bilag 2: [00:02:59.27]; [00:08:13.14])

Dermed kan det påpeges at en relativ lille mængde af de indsamlede tekstiler sælges lokalt i Danmark. Langt størstedelen bliver eksporteret og videresolgt i udlandet, alt afhængigt af kvaliteten. Røde Kors påpeger hertil at det gælder om at få mest mulig økonomi ud af de eksporterede tekstiler.

“Det der kommer tilbage derfra (genbrugsbutikkerne red.) sorterer vi ikke op, andet end vi sorterer det i de kategorier, som vi har brug for, for at få flest mulige penge ud af det - ud af landet.” (Bilag 2: [00:02:59.27])

Modsat Røde Kors sorterer UFF og Trاسبorg tekstilerne i mange forskellige underkategorier. Kaj Pihl understreger at UFF sortere i op til 200 forskellige kategorier ved finsortering (Bilag 3: [00:33:01.13]). Hertil vurderes det af Nordisk Ministerråd, hvordan sortering af lavere genbrugsklasser er vigtig for bundlinjen hos de fleste sorteringsvirksomheder, selvom det ikke er disse kategorier, der giver størst indtjening pr. kg. (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 65).



Figur 19: "Purchase price of 1 kg of "original" and sales value of its contents" (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 66)

Som det fremgår af figur 19, er der en større margin ved salg af tekstiler i de lavere klasser, selvom priserne er lavere. Dette understreger hvorfor de fleste sorteringsvirksomheder- og centraler arbejder med udsortering i mange forskellige kategorier, både i kraft af videresalg, men også for at undgå at betale forbrændingsafgift. Dette understreges af

Trasborg, under vores virksomhedsbesøg. Her omtalte Ergün Arkin hvordan det økonomisk set er mere rentabelt at sælge sko til 1 eurocent, da alternativet er at betale et minimum på 530 kr./t. i forbrændingsgebyr (Personlig ref., Ergün Arkin; Vestforbrændingen, 2019). Modsat Trasborg har Røde Kors, og andre humanitære organisationer, den fordel at flere kommuner har valgt, at de ikke skal betale for at komme af med deres affald. Dette ses ved argumentation om at det er borgernes tekstilaffald, og at de allerede har betalt for at få behandlet deres affald. Det strider dog imod lovgivningen, men ifølge Donnerborg, ser kommunerne "*stort på det*", fordi Røde Kors foretager en finsortering (Bilag 2: [00:36:25.27]).

Opsummering

De tre private indsamlere har hver deres forretningsmodel, men fælles for dem er at de alle benytter manuel arbejdskraft til sortering. Hertil baseres kriterierne for tekstilerne, der sorteres, på kvaliteten af produktet. Endvidere er det blevet påpeget, at langt størstedelen af de indsamlede, genbrugelige tekstiler, fra de danske husholdninger, bliver eksporteret. Hvilket betyder at det kun er en begrænset mængde af tekstilerne, der genbruges nationalt, som følge af at de indsamles af private aktører. Dermed flyttes store mængder tekstiler ud af Danmark. Eksporten af lav-kvalitetstekstiler giver både en større margin for sorteringsvirksomheder, og fratager samtidig virksomhederne at betale forbrændingsgebyr.

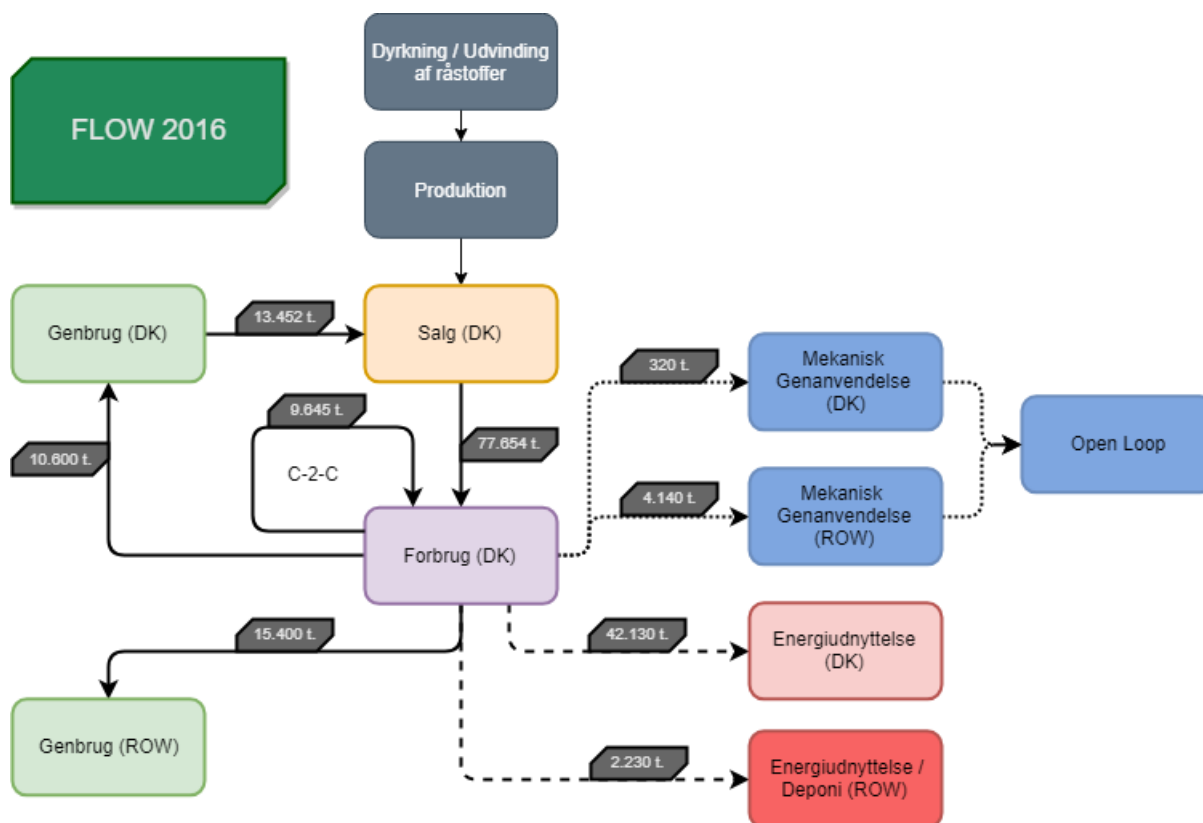
5.1.3 Genbrug- og genanvendelsesflow

Dette afsnit vil beskrive det nuværende flow for tekstiler, med fokus på genbrug og genanvendelse. Hertil vil det fremvises hvilken økonomisk værdi, der ligger i de forskellige genbrugs- og genanvendelsesfraktioner. Endvidere vil der på baggrund af teori- og begrebsanalysen, forekomme en analyse af problematikkerne ved det nuværende flow. Her berøres de private indsamleres forretningsmodel, affaldshierarkiet, samt definitionen af hvornår genbrug anses som affald.

Størstedelen af alle indsamlede tekstiler bliver genbrugt, hvoraf en meget lille andel genanvendes. Det estimeres at der i Danmark genbruges 10.600 t. gennem velgørenhedsorganisationer og yderligere 7.600 t. genbruges gennem forbruger-til-forbruger (C-2-C) (Miljøstyrelsen, 2018: 28). Dette kunne eksempelvis være videregivelse af brugt tøj, f.eks. børnetøj, til venner eller familie, samt videresalg på digitale markedspladser, hvor brugere kan handle med brugt tøj (Miljøstyrelsen, 2014: 21). Endvidere bliver en stor andel af tekstilerne videresolgt til andre lande, her anslås det at 21.800 t. eksporteres, hvoraf 15.400 t. genbruges.

Af det samlede tekstilforbrug fra husholdninger ender ca. 320 t. med at blive genanvendt i Danmark. Herudover eksporteres 4.140 t. til genanvendelse i resten af verden, efter sortering rundt omkring i EU (Miljøstyrelsen, 2018: 28). Tekstilfraktionerne til genanvendelse ender typisk med at blive genanvendt mekanisk til industriklude, hvor tekstilerne trævles i store stykker (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64).

Disse estimater er dannet på baggrund af et samlet flow for tekstiler i den danske husholdning på 75.330 t., hvoraf yderligere 10.130 t. indgår i den offentlige og private sektor, som ikke medregnes (Miljøstyrelsen, 2018: 26-28). Dermed er det nuværende flow for tekstiler efter forbrug opbygget således:



Figur 20: "2016 Flow" (Egen udarbejdelse; Bilag 9.1)

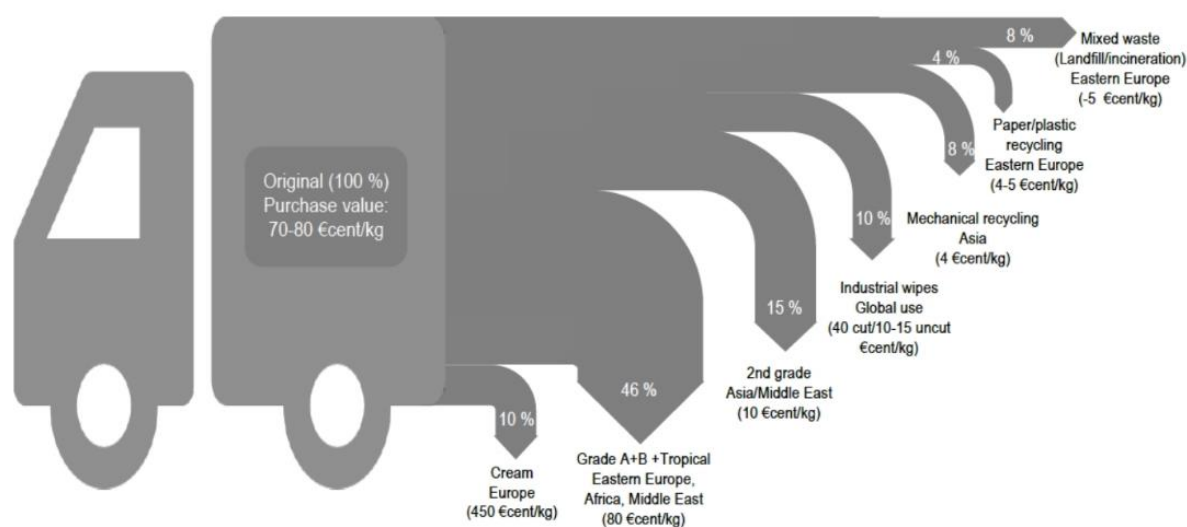
Denne fordeling viser et forsimplet billede af hvordan det nuværende tekstilflow er opbygget omkring genbrug, særligt med fokus på eksport, som udgør langt den største andel for genbrug. Det er samtidig udfordrende at finde valideret data omkring det tekstilflow, der bevæger sig ud for Danmarks grænser, særligt med henblik på genanvendelse. Dette er både grundet, hvordan brugte tekstiler primært bliver indsamlet med fokus på genbrug, samt at tekstilerne bliver sorteret i store anlæg, der også modtager store mængder input fra andre indsamlere i forskellige lande (Bilag 3: [00:22:59.04]). Disse begrænsninger gør det svært at sige præcis hvor i verden de "genanvendelige" tekstiler ender i dag. Samtidig er det endnu en udfordring at klargøre hvilke produkter, der i sidste ende kommer ud af de 4.140 t., som genanvendes i resten af verden, samt de 320 t. der genanvendes i Danmark. Desuden ses det i flowet hvordan store dele af tekstilressourcerne tabes, idet 42.130 t. energiudnyttes i Danmark, hvilket svarer til 56 % af de indkøbte tekstiler (Miljøstyrelsen, 2018: 57-61).

Hertil udgør ukendte faktorer yderligere 11.040 t (Miljøstyrelsen, 2018: 56). Endvidere er der en antagelse om, at de tekstiler, der genbruges og genanvendes i udlandet, enten ender til energiudnyttelse eller deponeres (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 41).

Værdien i genbrug og genanvendelse

Direkte genbrug af tekstilerne er det, som genererer den højeste pris pr. kilo, hvilket kan være årsagen til at andelen af genbrug er væsentlig højere end for genanvendelse i Danmark (Miljøstyrelsen, 2018: 36-37).

De konkrete salgspriser for de enkelte kategorier af direkte genbrug kan ses af figur 21. Her tydeliggøres det hvordan *cream* udgør 10 % af den samlede mængde og har den højeste salgspris, med ca. 450 Eurocent/kg. Derudover viser figuren hvordan priserne for de "genanvendelsesegnede" tekstiler er helt nede på 4 Eurocent/kg, hvis der ses bort fra de tekstiler, der kan benyttes til industriklude, som sælges til mellem 10-40 Eurocent/kg.



Figur 21: "Typical fate and price/kg for post-sorted fractions of a lorry load of original" (Nordisk Ministerråd, 2016 a:64)

Figuren understreger pointen om at genbrug har en større værdi end genanvendelse. Det estimeres hertil at ca. 71 % af de eksporterede tekstiler fra Danmark bliver genbrugt, hvor kun ca. 19 % bliver genanvendt. Denne forskel kan bl.a. skyldes økonomiske aspekter, da priserne på genanvendelse er faldet siden 2016, og generelt er væsentligt lavere

end indtægterne fra genbrug (Miljøstyrelsen, 2018: 36-37). Dette påpeges af Kaj Pihl, som udtaler:

“Tøj har en pris, når der er meget af det og det er svært at komme af med, så falder prisen. Så kommer det til at afhænge af kvaliteten.” ; “(...)Det der med genanvendelse, det er den svære del, for alle i tekstilområdet at svare på. Det er dét, der halter. Det er nemmere med genbrug, det går det jo godt med her i landet. Grunden til at det går godt er nok fordi, at det er dér pengene ligger.” (Bilag 3: [01:10:51.29]; [00:03:17.12])

Dette understøttes yderligere af Tina Donnerborg, som oplyser om, hvor stort et økonomisk potentiale, der ligger i genbrugsdelen af creamfraktionen.

“Vi omsætter i genbrug, med centret, og butikkerne for omkring 200 mio.”; “Vi har en butik (i København red.), hvor de omsætter for en million om måneden, gennemsnitsprisen derinde er 40 kr.” (Bilag 2: [00:35:24.08]; [00:18:20.23])

Dermed er der god økonomi i de genbrugelige fraktioner, modsat de genanvendelige. Som det hidtil er påpeget, er marked for genanvendelse af tekstilaffald, der indsamles i Danmark, ikke økonomisk rentabelt. Derfor er genanvendelsesraten for tekstiler, sorteret i Danmark, betydeligt lavere end for eksporterede tekstiler (Miljøstyrelsen, 2018: 37-38). Hermed er der en stor andel tekstiler, som har potentiale til at blive genanvendt, men grundet økonomi og manglende marked, bliver disse i stedet energiudnyttet eller deponeret, og ressourcen tabes i værdikæden.

5.1.4 Problematikker ved det nuværende flow

De private indsamlere

Én problemstilling ved det nuværende flow for tekstiler efter forbrug, ses ved at de aktører, der opererer med genbrug, ikke har et miljøfokus. Dette kommer i særdeleshed til udtryk ved de private indsamleres forretningsmodeller og hvad de anser, som miljøhensyn. Tina Donnerborg udtaler, at Røde Kors ikke er en miljøorganisation, og derfor ikke beskæftiger sig hverken med klimaet eller genanvendelsesdagsordenen (Bilag 2: [00:47:10.20]).

"(...)Vi er ikke en miljøorganisation, vi er en humanitær organisation og det der er vores formål, det er skaffe flest mulige penge til socialt udsatte." (Bilag 2: [00:14:33.16])

Hermed er Røde Kors formål at skabe så mange midler som muligt ud af genbrugstøjet til humanitær hjælp. Til gengæld betegner UFF Humana sig som en miljø- og udviklingsorganisation. Dog er UFFs største fokusområde, ligesom Røde Kors', på genbrug. Hertil at omsætte genbrugsegnet tøj, til midler til udviklingshjælp, primært i afrikanske lande. UFFs eneste miljøindsats og øjemed er på affaldshierarkiet.

"Interviewer: Nu skriver du at i også er en miljøorganisation, arbejder i med nogle erklærede målsætninger på miljøområdet ift, UFF?"

K. Pihl: Der er skrevet ind i vores målsætninger, det at vi samler tøjet ind og stræber efter at arbejde efter affaldshierarkiet, det er en miljøindsats." (Bilag 3: [01:26:13.06])

Såfremt prioritering af affaldshierarkiet er en miljøindsats, kan der argumenteres for at Røde Kors, har det samme hovedformål i forhold til miljøet, som UFF.

"Fordi det er dét, der er vores formål. Det er dét, vi tjener vores penge på. Det er at få tingene op i affaldshierarkiet, og det er det vi kalder 'klargøring og sortering', som de frivillige gør derude." (Bilag 2: [00:18:20.23])

Her understreges en problematik i forhold til de miljømæssige forhold, og den privatisering, der ses på genbrugsmarkedet. De private indsamlere, som står for størstedelen af

genbruget i Danmark, har ikke nogen rammer for hvad de skal leve op til, og arbejder kun med affaldshierarkiet, i det omfang at det passer direkte ind i den praksis, som de udfører.

Affaldshierarkiet

En anden problematik ved det nuværende genbrugssystem i Danmark, omhandler at store mængder eksporteres til udlandet (Miljøstyrelsen, 2018: 57-58). Derfor kan tekstiler, der er indsamlet i Danmark, blive sendt til lande, hvor det forventes at affaldssystemerne ikke er lige så veletableret som i Danmark. Efter endnu en forbrugsfase tabes ressourcen i værdikæden og kan potentielt set ende som deponi. Dog understreger Kaj Pihl at dette ikke nødvendigvis er et problem:

“Det kan man jo fundere over, man kan også sige, at under ingen omstændigheder vil vi have at noget, der kan genbruges, bliver genanvendt, og at vi ikke bruger det med lossepladsen i et andet land som en undskyldning for så at trævle det op alligevel. Men at vi både sørger for at det, der kan genbruges, bliver genbrugt, og at lossepladsen bliver ændret til et godt forbrændingsanlæg. Det er jo ikke noget med, at man bliver nødt til at vælge det ene fremfor det andet.” (Bilag 3: [01:01:22.19])

Det kan hertil påpeges at, der på nuværende tidspunkt ikke er energiudnyttelse i flere af de lande, hvor genbrugstøjet ender. Dermed er det ikke ensbetydende med at genbrug ikke skal være en integreret del af affaldssystemet, men den umiddelbare problemstilling, som følge af dette, ligger i prioriteringen i affaldshierarkiet. Selvom genbrug er et af de øverste led af hierarkiet, medfører eksporten, at tekstilerne kan ende som deponi på en losseplads. Forblev tekstilerne i Danmark, ville de som minimum kunne energiudnyttes (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 41). Dette er med til at understrege specialets vurdering af, at genbrug af tekstiler kun kan ses som en levetidsforlængelse i et Cirkulær Økonomi-perspektiv. Som det er fremlagt i review (II), ses genbrug som en positiv levetidsforlængelse, der kan skabe større værdi for tekstiler. Hertil ses det hvordan genbrug kan være med til at substituere købet af nye produkter. Ud fra denne antagelse kan genbrug anses som forebyggelse, hvilket er det øverste led af EU's affaldshierarki. Dog er dette ikke altid tilfældet, hvilket understreges af Tina Donnerborg, som beskriver hvordan Røde Kors' kunder generelt ikke vælger genbrugstøj grundet miljøhensyn.

“Kunderne er fuldstændig ligeglade. De vil gerne gøre et godt fund, noget unikt. Nogle af dem har det også sådan at når de går ud, så er det okay, hvis vi siger de har gjort noget for miljøet, men altså det ikke det værd. Det er ikke derfor de kommer i butikken. Det er ikke fordi de tænker - nu skal vi ved ned og gøre noget for miljøet.” (Bilag 2: [00:47:10.20])

At foretage et “unik” køb, må som udgangspunkt være modstridende med forståelse om 1-til-1 substituering. Da substitutionsfaktoren afhænger af køberens tilgang til genbrug, kan der hermed argumenteres for, at genbrug ikke udelukkende kan anses som forebyggelse, såfremt det ikke substituerer købet af nye produkter. Genbrug har derfor mulighed for at bidrage til affaldsforebyggelse, men er dog stadig et forlængende led, der medvirker til energiudnyttelse og øget bortskaffelse, særligt ved eksport.

Endvidere kan det påpeges at forebyggelse af affald ikke forekommer som et led i den danske affaldsbekendtgørelse, hvorfor *forberedelse med henblik på genbrug*, er den højeste prioriteringen. Dette er modstridende med den store eksport af tekstiler, hvor genbrug kan medvirke til det nederste led i hierarkiet, nemlig bortskaffelse i form af deponering. Den grundlæggende problematik er derfor, at genbrug ikke medvirker til genanvendelse, der kan øge recirkulering af ressourcer. Herved kan det som følge af affaldsbekendtgørelsen, påpeges at det for tekstilfraktionen, er en nødvendighed at fravige fra prioriteringen af affaldshierarkiet, ud fra et livscyklusperspektiv (Affaldsbekendtgørelsen, 2018: §12, stk. 2). Genanvendelse er netop den eneste måde at recirkulere og lukke kredsløb i et livscyklusperspektiv. Dette er ressourcemæssigt, som følge af review (I & II), den mest fordelagtige miljømæssige håndtering af tekstiler.

Forberedelse med henblik på genbrug

Der kan argumenteres for at genbrug befinder sig i en gråzone omkring hvornår tekstiler defineres som affald. Dette ses med livscyklusbetragtningen, hvor genbrug er et udbygget led mellem forbrug og affald. De genbrugelige tekstiler vil derfor i sidste ende ses som affald. Desuden bliver dele af tekstiler, der hverken er genbrugs- eller genanvendelsesegnet, betegnet som affald. På den måde kan de private indsamlere anses at have en rolle som affaldsbehandlere, idet de foretager håndteringen og sorteringen af en stor andel af

tekstilerne. Dog ses den store forskel ved at *genbrug* defineres som behandling af produkter, der *ikke* er affald, mens *forberedelse med henblik på genbrug* omfatter produkter, der *er* affald.

Hvorvidt tekstilerne ses som affald eller ej, omhandler derfor hvilken indstilling forbrugerne har, når de afleverer deres brugte tekstiler. Doneres disse til velgørenhed, defineres tekstilerne ikke som affald, også selvom noget af det indleverede materiale ikke er genbrugseget. Bliver tekstilerne derimod afleveret på en genbrugsstation i en container, kan det klassificeres som affald, der bliver forarbejdet med henblik på genbrug.

5.1.5 Delkonklusion

Der eksisterer et velfungerende marked for genbrug af tekstiler. Der er stor økonomisk profit ved genbrug, særligt for creamfraktionen. Dog eksporteres store genbrugelige mængder ud af Danmark, hvorfor det er svært endeligt at konkludere hvad der sker med tekstilerne, efter en yderligere forbrugsfase. Det antages dog at disse ender med at blive til affald, hvor de enten energiudnyttes eller deponeres.

Genbrug ses som et levetidsforlængende led mellem forbrug og affald. Genbrug er desuden fordelagtigt, eftersom det kan reducere affaldsmængder og brugen af virgine ressourcer. Dog vurderes det at genbrug kun substituerer købet af nye tekstiler i begrænset omfang, i modsætning til antagelsen om 1-til-1 substituering, (jf. Afsnit 4.4).

Det kan endvidere udledes, at de private aktører, som behandler 90 % af de indsamlede tekstiler i Danmark, ikke har fokus på ressourcetilbageførelse. Fokus for de private aktører i forhold til miljøeffekter af genbrug, baseres udelukkende på affaldshierarkiet. Hierarkiet er dog bundet i en problematisering. Selvom genbrug er det øverste led af affaldshierarkiet, medvirker genbrug ikke til recirkulering. Derimod medvirker eksport af de genbrugelige tekstiler til energiudnyttelse og deponi i andre lande. Derfor vurderes det at denne eksport gør genbrug mindre fordelagtigt, i et ressourceperspektiv, i forhold til genanvendelse.

Hertil ses der problematikker ved affaldsdefinitionen i forhold til genbrug af tekstiler. Hvornår tekstiler betegnes som affald, omhandler hvad forbrugerne har til hensigt, når de afleverer deres brugte tekstiler. Dette gør at tekstiler, der indsamles på genbrugspladser defineres som affald, mens de, der indsamles af private aktører, ikke ses som affald. Dog ses det i dag, hvordan en organisation som UFF, både modtager tekstiler fra containere på genbrugsstationer og donationer fra private borgere, men at der ikke er forskel på håndteringen. Dette understreger en grundlæggende problematik ved den nuværende affaldsdefinition og regulering hertil.

Det kan derfor udledes at der er behov for en nytænkning af tekstilhåndteringen og regulering, hvor genbrug ikke er det eneste fokus, og der skabes bedre rammer for udviklingen af genanvendelse.

5.2 Delanalyse 2: Teknologianalyse

Som redegjort for, eksisterer der på nuværende forskellige teknologier til håndtering af tekstiler efter forbrug. Der er flere interessante områder, hvor teknologien virker til at kunne skabe nye muligheder for de tekstiler, der i dag ikke kan genbruges.

Opbygning af delanalyse 2:

Denne delanalyse 2 er opdelt i tre mindre afsnit, hvoraf det første vil omhandle de genanvendelsesmuligheder, der eksisterer på nuværende tidspunkt. Her vil der indledningsvist være fokus på de grundlæggende principper ved mekanisk genanvendelse (*Product Recycling*), baseret på den tilegnede viden fra review (II). Hertil inddrages empiri fra interview med Convert, som et eksempel på mekanisk genanvendelse i Danmark.

Dernæst vil der være fokus på kemiske genanvendelsesmuligheder (*Material & Feedstock Recycling*). Dette afsnit vil ligeledes være baseret på den indsamlede viden fra review (II). Hvortil der benyttes viden opnået gennem interview med re:newcell, som eksempel på en funktionel kemisk genanvendelsesproces.

Sortertingsteknologier vil være omdrejningspunktet for analysens sidste afsnit. Heri vil der analyseres på en automatisk sorteringsteknologi, hvor der benyttes viden fra interviewet med Fibersort. Der vil det på baggrund af de forrige analyseafsnit i dette kapitel, undersøges hvordan en teknologiudvikling inden for sortering, kan være nødvendig, særligt for processerne ved kemisk genanvendelse.

Udvalgte aktører i sektoren

Convert er en dansk startup virksomhed, grundlagt i 2018. Virksomheden beskæftiger sig med mekanisk genanvendelse af tekstiler og bruger bl.a. rester fra produktionsspild, til produktion af nye innovative produkter (Convert u.å. a).



re:newcell er en svensk virksomhed, der har investeret i at udvikle et kemisk genanvendelses anlæg i Kristinehamn. Fokus for re:newcell, er at skabe nye rene cellulosefibre ved upcycling af brugte tekstiler. Virksomheden har arbejdet med kemisk genanvendelse siden 2012, og i 2017 stod det første anlæg færdigt. Hertil forventer re:newcell at udvide produktionskapaciteten fra 7.000 t./år til 30.000 t./år i den nærmeste fremtid (re:newcell, 2019 a).



Fibersort er et EU Interreg projekt, hvor mange forskellige virksomheder har arbejdet med fokus på implementering af CØ i tekstilbranchen. Formålet er dermed at skabe bedre rammer for kemisk- og mekanisk genanvendelse, ved at udvikle en automatisk sorteringsteknologi (NW-Europe, 2019).



5.2.1 Mekanisk genanvendelse

Dette afsnit vil beskrive den mekaniske genanvendelsesproces for tekstiler, og analysere mulighederne samt hindringerne ved denne teknologi. Dette eksemplificeres ved den danske virksomhed Convert.

Mekanisk genanvendelse af tekstiler er en forholdsvis simpel proces. Beklædningsgenstande bliver shredded til fibre, der kan sammensættes til nye produkter på mange forskellige måder, også kaldt *product recycling* (jf. Afsnit 4.4). Produkter, der kan laves ved at benytte mekanisk genanvendte fibre, er ofte materialer, der indeholder tekstiler, som ikke behøver at have en stærk slidstyrke. Dette ses eksempelvis i måtter, eller isoleringsmateriale, hvor tekstilfibre kan presses sammen med andre materialer, til den ønskede form og funktion (Bilag 7).

Hovedproblematikkerne for shredding af tekstiler, er selve fibersammensætningen. Et stykke beklædning har sin styrke og elasticitet ved brug af lange fibre. Ved at neddele tekstiler i små stykker, bliver længden naturligt forkortet. Dermed mister materialet en stor del af sine egenskaber, hvilket påvirker kvaliteten og værdien af tekstilfibrene negativt. Dette udpensles af Natalia Papu, fra Fibersort:

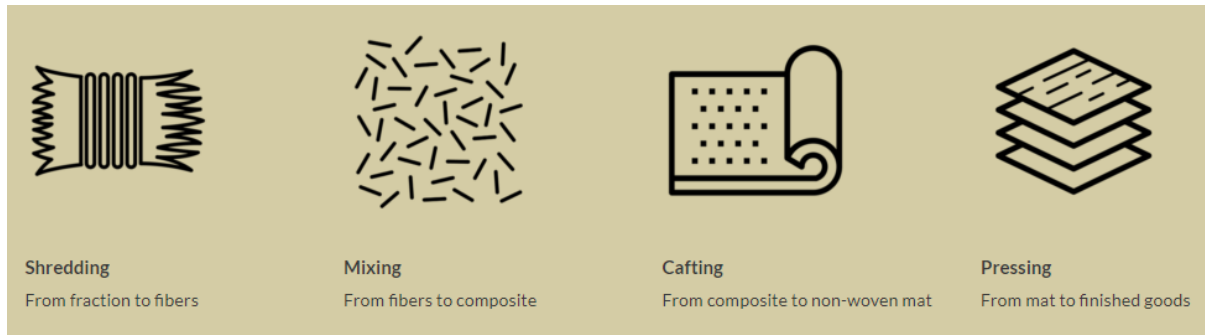
“Within mechanical recycling there are companies that are already working with part of their spinning processes of their recycled content. (...)Those are operating and working, it’s just that they are not using 100 % recycled content because the performance of the materials is not good enough for the uses that the industry needs for new clothes.” (Bilag 5: [00:06:35.13])

Med dette påpeges at der grundet fibrenes forkortning, ikke kan anvendes 100 % genanvendt materiale til at danne nye beklædningsgenstande. Derfor kan der argumenteres for, at den mekaniske genanvendelsesproces fortsat mangler teknologiudvikling, for at kunne skabe produkter, der kan substituere brugen af virgine materialer.

Eksempel på mekanisk genanvendelse, Convert (Danmark)

Convert er en dansk virksomhed, der arbejder med mekanisk genanvendelse af flere forskellige fibre, heriblandt tekstiler. Virksomheden benytter en proces, som følge af figur

22. Virksomheden arbejder på at udvide deres produktion og er i gang med flere nye projekter, omkring genanvendelse af tekstiler til nye produkter, bl.a. isoleringsmaterialer (Bilag 7).



Figur 22: "Using and recycling fibers" (Convert, u.å. b)

Som det fremgår af figur 22, ses processen ved mekanisk genanvendelse for Convert, hvori tekstilerne gennemgår 4 behandlingsprocesser. Tekstiler shreds først, hvor de nedbrydes til mindre fibre eller granulat. Efterfølgende bliver fibrene blandet sammen, hvorefter fibrene sammensættes til måtter. Det sidste led i processen er at presse måtterne og derved skabe produkter efter kundens ønsker (Convert u.å. b; Bilag 7).

"Vi producerer i forhold til kundeønsker, eksempelvis isolering, akustikmætter og solid boards" (Bilag 7: Convert).

Den simple proces medfører at størstedelen af tekstiler kan indgå i den mekaniske genanvendelse, uafhængigt af kvalitet og type. Det beskrives af Convert at *"de endnu ikke er stødt på nogen tekstiler typer, der ikke kan anvendes i processen"*, samt *"at alle tekstiltyper kan indgå i processen, så længe tekstilerne er rene og tørre"* (Bilag 7). Derfor kan der argumenteres for at den mekaniske genanvendelse, er særligt velegnet til tekstiler af lavere kvalitet, hvor fibersammensætningen har en mindre betydning for det færdige produkt. Hertil er det fremlagt af review (II), hvordan den mekaniske genanvendelse primært kan benyttes i open-loop, men ikke i closed-loop. Dette påpeges samtidig af Convert, som beskriver at deres proces ikke er udviklet nok til at kunne skabe tekstil-til-tekstil genanvendelse (Bilag 7), hvorfor der oftest forekommer en downcycling af produkterne i denne genanvendelsesproces. Dermed anses den mekaniske genanvendelse, som en overførsel af ressourcer fra affald til nye produkter i en anden værdikæde (jf. Afsnit 4.4).

Delkonklusion

Den proces som Convert benytter, kan dermed ses som værende en produktionsproces, baseret på open-loop. Brugte tekstiler benyttes som input til processen, og gennem forarbejdning produceres nye produkter, hvor ressourcen overføres til sekundære værdikæder.

Det vurderes dermed at mekanisk genanvendelse vil have svært ved at agere i et closed-loop, da tekstilerne bliver nedbrudt. De nedbrudte tekstiler vil ikke have samme styrke og kvalitet, som nye virgine fibre. Dermed vil tekstiler, der genanvendes mekanisk, oftest indgå i en downcycling, hvor de dog vil kunne anvendes til bl.a. isoleringsmaterialer.

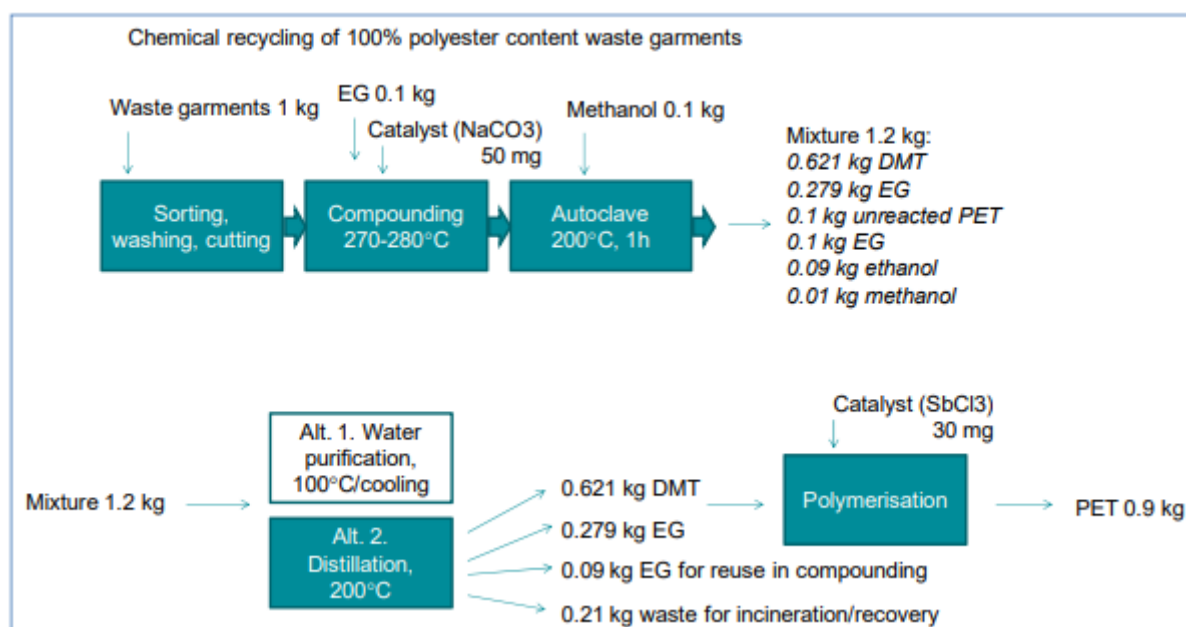
Hvis CØ skal implementeres i open-loop systemer, er det en nødvendighed at have fokus på ressourcetrækket af de forskellige produkter. Hvis de genanvendte materialer kan substituere forbruget af ressourcer til produktion af nye produkter og efterfølgende tilbageføres i denne værdikæde, kan der argumenteres for at principperne for CØ opfyldes.

5.2.2 Kemisk genanvendelse

Dette afsnit vil tage udgangspunkt i, hvordan det er muligt at kemisk genanvende de to mest udbredte fibertyper - bomuld og polyester. Der vil indledningsvist være fokus på processen for kemisk genanvendelse af polyester og derefter bomuld. Endvidere forekommer en eksemplificering af kemisk genanvendelse med baggrund i re:newcell. Heri vil det analyseres, hvordan kemisk genanvendelse kan bidrage, til at danne closed-loop.

Kemisk genanvendelse af polyester

Ved genanvendelse af polyester, nedbrydes plastproduktet til dets naturlige monomerer, dimethylterephthalate (DMT) og ethylene glycol (EG). Der er to overordnede steps i denne proces. Først del er sortering, vask og neddeling. Herefter tilsættes EG og NaCO₃ som katalysator. Mixturen opløses i EG og opvarmes, under tryk til kogepunktet på 280 grader. Herefter tilsættes metanol, som har til formål at neddele polyestere til DMT og EG. Anden del af processen er en destillering af mixturen ved en temperatur på 200 grader. Herefter tilsættes endnu en katalysator (SbCl₃), der muliggør at udtrække ren PET fra processen (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 77).



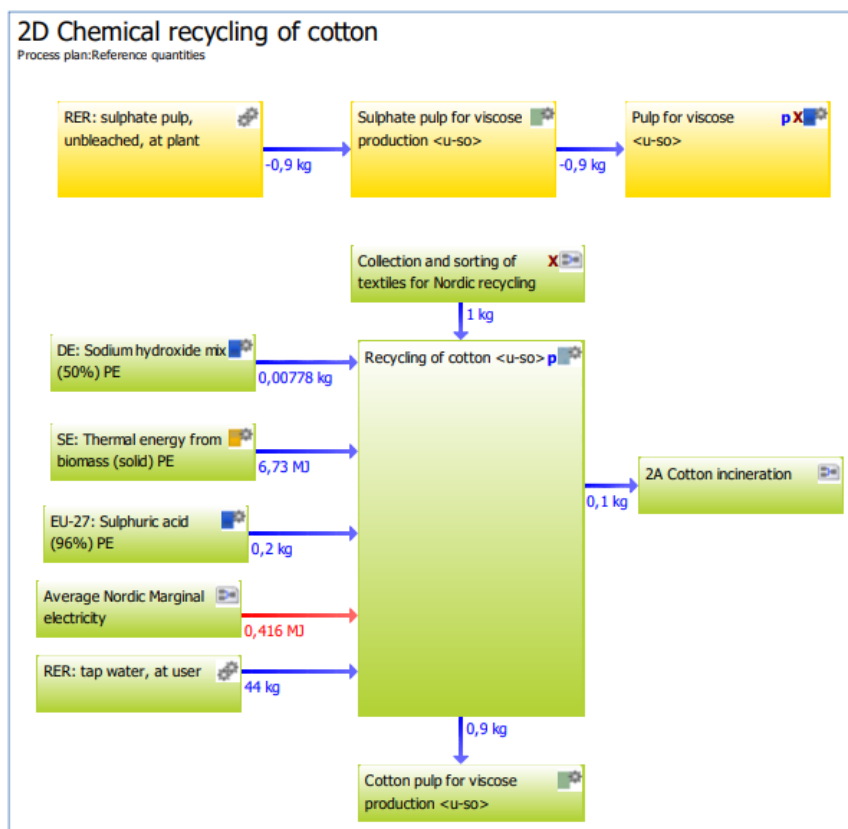
Figur 23: "Chemical recycling of 100% polyester content waste garments" (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 78)

Figur 6 Nordisk Ministerråd 2016 b, Gaining benefits from discarded textiles – LCA of different treatment pathways (:78)

Det kan ses af figur 23 hvordan 1 kg. 100 % polyester kan nedbrydes til 0,9 kg. ren PET. Udfordringerne ved denne teknologi er dog et stort energiforbrug, der er forbundet ved omdannelsen af polyester til PET. Endvidere er processen ikke særlig udbredt og anvendes kun hos den Japanske virksomhed Teijin, som er de eneste, der arbejder med *feedstock recycling* af polyester, på kommercielt niveau (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 77-78).

Kemisk genanvendelse af bomuld

Kemisk genanvendelse af bomuld fungerer, ligesom kemisk genanvendelse af polyester, ved at nedbryde tekstilprodukter til deres oprindelige grundsten. Med bomuld er det cellulose, der er grundsubstansen. Dermed er det muligt at nedbryde bomuld til cellulose, ved at udsætte fibrene for varme og tilsætte kemikalier, som opløser fibrene (figur 24).



Figur 24: "Chemical recycling of cotton" (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 82)

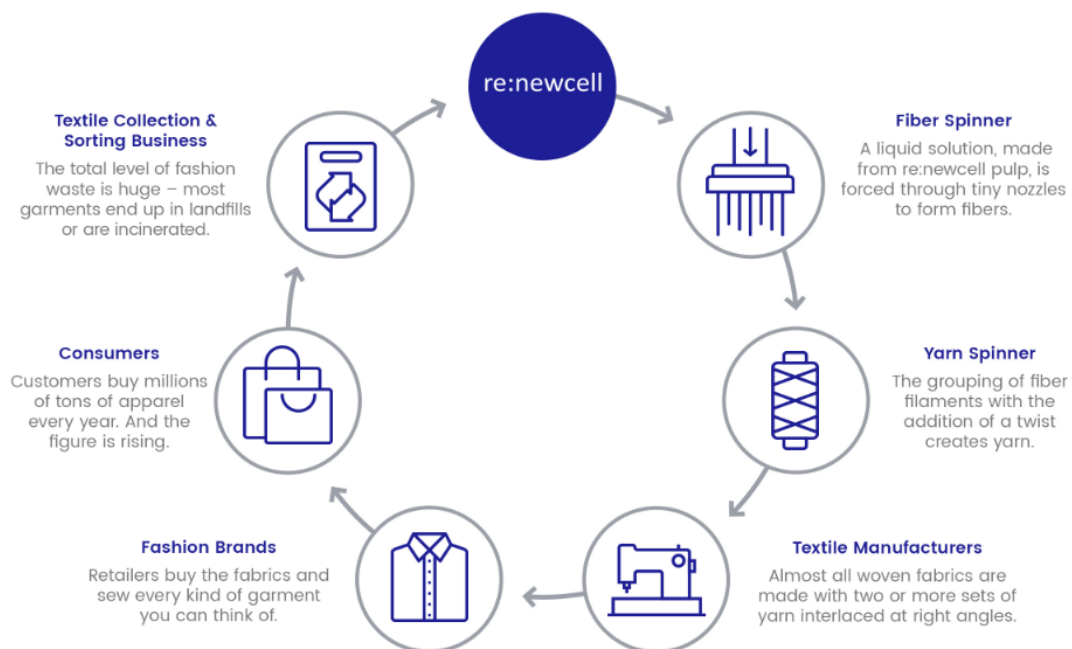
Det er muligt at omdanne bomulden til cellulosepulp, der allerede benyttes til viskoseproduktion. Det er ligeledes muligt at nedbryde tekstiler i viskose til cellulose, ved at

bruge en lignende proces (Bilag 4: [00:19:25.21]). Denne proces har, ligesom genanvendelse af polyester, et stort energiforbrug, særligt ved opvarmning af biomassen og vand til forbehandling (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 81). I forhold til kemikalier er det beskrevet af re:newcell, at de kemikalier, som anvendes til processen, ikke bliver frigjort i miljøet, samt at disse kan genbruges (Bilag 4: [00:11:25.29]).

Eksempel på kemisk genanvendelse, re:newcell (Sverige)

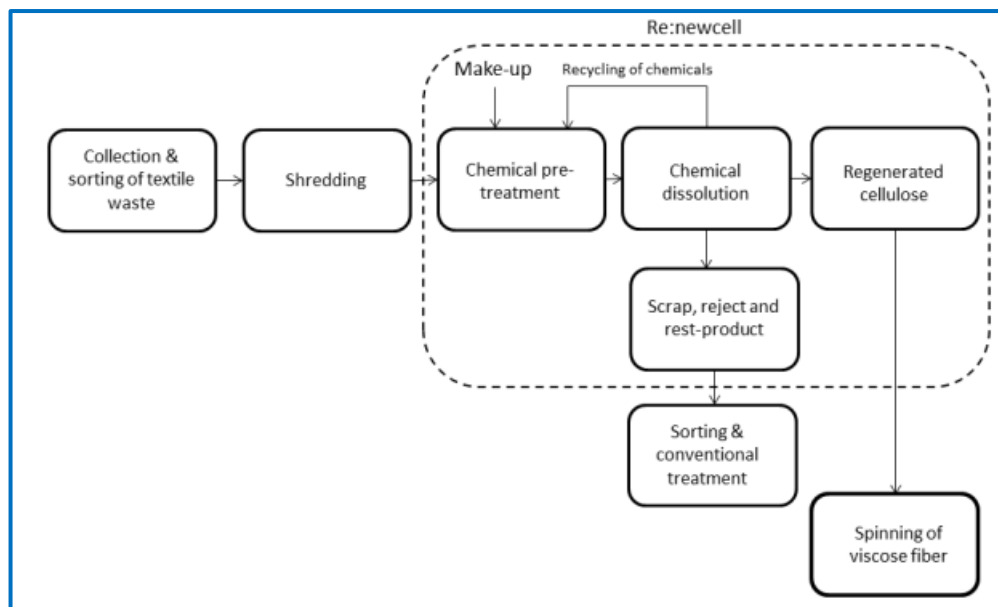
For at eksemplificerer hvordan kemisk genanvendelse fungerer og forventes at udvikle sig, blev der foretaget et interview med Harald Cavalli-Björkman fra re:newcell. Processen der benyttes af virksomheden, kan omdanne brugt beklædning i cellulose, til en ny ren råvare, i form af viskosepulp. Denne råvare kan spindes til nye tråde og dermed bidrage til lukkede ressourcekredsløb, som det ses af nedenstående figur 25.

Re:newcells genanvendelsesproces kan derfor betragtes som *material recycling*, hvor den fysiske form af tekstilprodukterne bliver ændret, men ikke den kemiske (jf. Afsnit 4.4).



Figur 25: "We have closed the loop" (re:newcell, 2019 b)

Selve processen, der anvendes i re:newcell foregår som fremvist af figur 26:



Figur 26: "re:newcell process" (Vats, 2015: 52)

På forsøgsanlægget i Kristinehamn foregår processen ved, at de indsamlede beklædningsgenstande bliver shredded til mindre stykker. Herefter føres tekstilerne gennem en kemisk proces, hvor de opløses og herfra kan cellulosen udtrækkes. Det primære input på forsøgsanlægget er på nuværende tidspunkt overskudsstof fra tekstilproduktion. Dette er grundet at processen kun kan modtage bomuld, og dermed ensartede fibertyper. Brugen af overskudsstof fra tekstilproduktion, har den fordel at fibre er ensartede. Endvidere har elementer, såsom pletter og snavs, ingen indflydelse på processen, hvorfor der ikke nødvendigvis kræves materialer i høj kvalitet. Teoretisk set kan stort set alt cellulose udtrækkes, men i processen opstår der et restprodukt, der sammen med andet processpild, udgør et samlet tab på ca. 10 % fra input til output (Bilag 4: [00:14:40.08]).

Det beskrives af Harald Cavalli-Björkman at virksomheden har fremtidige planer om at få deres produkter retur, og dermed danne et closed-loop med re:newcells teknologi.

"(...)We are definitely going to close the loop in that way by taking our products back in, because we like cellulose, but not exactly right now. We are optimizing for the supply that is mostly available and that is cotton." (Bilag 4: [00:19:25.21])

Selvom virksomheden kun modtager bomuld, er processen for genanvendelse af brugte beklædningsgendstande af viskose, stort set identisk, og udgør derfor en potentiel mulighed for at skabe closed-loop af genanvendte bomuld- og viskose materialer.

Den færdige pulp kan efter virksomhedens eget udsagn sælges til samme markedspris som virgin viskosepulp, der allerede er en eksisterende råvareudvindingsindustri i Sverige.

"(...)The price that we can get in compare to the processing cost are very good, so we are very confident that we are going to have a healthy margin even at the Kristinehamn facility, and even better at the volume production. The plant is definitely profitable, we won't need any subsidies and things like that to get this working, even at world market prices for the cellular pulp." (Bilag 4: [00:18:22.23])

Dermed er der samtidig et økonomisk potentiale i den kemiske genanvendelsesproces. Dog er der udfordringer forbundet med at udvikle en ny teknologi, og re:newcell har også haft barrierer. Den største barrierer er, at inputmaterialet skal bestå af rene fibre, med en margin på min. 98 % bomuld (Bilag 4: [00:09:01.20]). Hertil skal det være muligt at identificere, hvilke fibertyper tekstilerne er produceret i. Problematikken ved dette er, at en anseelig mængde af beklædningsgenstandene er produceret ved brug af flere forskellige fibertyper, samt at sorteringen af tekstiler primært gøres manuelt efter kvalitet og ikke fibersammensætning. Derfor kan det være problematisk at sikre et rent ensartet input til processen (Bilag 4: [00:27:06.12]; [00:18:17.27]; [00:04:35.02]). Dette kan besværliggøre den kemiske genanvendelse, hvilket i værste fald kan ødelægge kvaliteten af outputmaterialet. Derfor er der behov for en sortering, hvor fibersammensætningen identificeres, for at sikre ensartet input.

En væsentlig fordel ved brugen af kemisk genanvendelse i forhold til mekanisk genanvendelse, er kvaliteten i outputmaterialet. Endvidere ønskes så korte fiber som muligt til processen, modsat den mekaniske, hvor korte fiber forringer kvaliteten i outputmaterialet.

“Yes, we want them as short as possible. We are using basically the same type of machine as the mechanical recyclers, but our goal is to shorten the fibers because it goes into a wet stage and it’s easier to handle it.(...) No, fiber length is not important other than we have to handle it in the beginning. That’s really what differentiate the chemical recycling part from the mechanical recycling part, is the virgin quality of the fiber that comes out of the process in the end. “ (Bilag 4: [00:25:30.15])

Hermed er der et væsentligt potentiale i den kemiske genanvendelsesproces, hvor fiberlængden ikke er et problem, og det er muligt at skabe tekstil-til-tekstil genanvendelse. Kemisk genanvendelse er dog ikke en lige så veletableret teknologi, som den mekaniske, hvorfor den ikke er kommercialiseret. Den kemiske genanvendelse vurderes dog at have store fremtidspotentialer af bl.a. Nordisk Ministerråd og Ellen MacArthur Foundation (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 80; MacArthur, 2017: 31). Dette bl.a. på baggrund af at den kemiske genanvendelse, i modsætning til andre genanvendelsesteknologier, har mulighed for kontinuerligt at tilbageføre store dele af ressourcerne i brugte tekstiler og anvende dem i nye. Herved kan den kemiske genanvendelse anvendes til at danne closed-loop.

Delkonklusion

Det vurderes at ved en kontinuerlige tilbageførsel af ressourcer, kræves et genanvendelsessystem baseret på closed-loop. Den kemiske genanvendelse anses derfor som den eneste nuværende teknologi til at reducere ressourcetrækket ved produktionen af tekstiler, og samtidig substituere brugen af virgine ressourcer. Kemisk genanvendelse har derfor potentiale til at sikre, at en større mængde af de forbrugte tekstiler kan tilbageføres til den oprindelige værdikæde. Baggrunden for dette er muligheden for at nedbryde forbrugte tekstiler til deres oprindelige grundsten. Dog er teknologien fortsat under udvikling og på et forsøgsstadie, hvorfor det vurderes at den på sigt, kan sikre tekstil-til-tekstil genanvendelse i et closed-loop.

5.2.3 Sortering

I dette afsnit vil der analyseres på mulighederne, ved en automatisk sortering af tekstiler. Dette gøres ud fra baggrunden om, at der i det nuværende system, primært udsorteres tekstiler manuelt (jf. Afsnit 5.1). Det er dog nødvendigt, for bl.a. den kemiske genanvendelsesproces, at sortere efter en anden kategorisering, hvor fibersammensætningen kan detekteres (jf. Afsnit 5.2).

En ny teknologi til automatisk udsortering af tekstiler er udviklet gennem projektet Fibersort. Denne teknologi muliggør i stigende grad at udsortere tekstiler i rene fraktioner baseret på tekstiltipe, hvilket kan medvirke til at stimulere et større marked for genanvendelse af tekstiler. Den automatiske sortering akkumulerer data omkring tekstiler, der indsamles, og som ikke kan genbruges, hvilket ikke er tilfældet ved manuel sortering. Herudover giver den genanvendelsesvirksomhederne mulighed for at modtage fibersammensætninger, der kan benyttes i en specifik genanvendelsesproces (Bilag 4: [00:04:35.02]; [00:16:33.14]). Fibersort projektet er udviklet for at imødekomme de udfordringer, der særligt ses ved den nuværende mekanisk genanvendelse. Fibersort's generelle målsætninger er:

"1- Reduce need for and impact of virgin textile materials by enabling textile to textile high value recycling. 2- Develop new business models and open markets for the growing fraction of recyclable textiles based on high value recycling instead of downcycling." (Bilag 6)

Dette gøres gennem etablering af en automatisk *NIR Spectroscopy*, som er baseret på molekylære adoptioner, som måler den infrarøde del af tekstilerne. Teknikken er sensitiv overfor organiske bestanddele, så der er ingen grænser for de fibertyper, som ikke kan genkendes. Efter nir-scanningen har analyseret det pågældende stykke tekstil, sammenlignes dette med en omfattende database af tekstiler, for at afgøre fibertypen (Bilag 6). Det kunne eksempelvis være bomuld, uld, akryl, polyester eller en blanding heraf.



Figur 27: "Optic fibersorting - FIBERSORT" (Valtechgroup,u.å.)

Efter tekstiltypen er bestemt, sorteres tekstilet automatisk ved trykluft, ud i den tilsvarende kategori. Dog kan teknologien kun sortere én beklædningsgenstand ad gangen på nuværende tidspunkt. Hertil er det nødvendigt med manuelle kræfter, i form af en operatør, til at lægge tekstilerne på båndet til nir-scanneren. Derfor er teknologien fortsat begrænset af manuel arbejdskraft og tempoet for udsorteringen.

Endvidere er en forsortering fortsat påkrævet, idet kvaliteten af tekstilerne afgør om de er egnede til genanvendelse eller genbrug (Bilag 6).

"Manual sorting is still a relevant first step before Fibersorting, to assess the quality of textiles which are in a Rewearable category." (Bilag 6)

På den anden side kan der argumenteres for at der er mange muligheder i denne teknologi. Det er bl.a. muligt at tilføje en farvescanner til teknologisystemet, så det på sigt også vil være en mulighed at adskille og udsortere i bestemte farvekoder. Dette kan blive særligt relevant, såfremt at tidligere led i produktionsprocessen, ønsker et bestemt produkt med en specifik farve. Endvidere forventer projektlederne at kunne øge kapaciteten på teknologien, som i øjeblikket detekterer fibertypen på 1 stykke tekstil pr. sekund (Bilag 6). Derfor er der fortsat mulighed for at udvikle teknologien yderligere. Desuden forventes

tes det at teknologien yderligere, så den kan udsortere andre organiske fibre. Teknologien er dog fortsat på et forsøgsstadium, men tilegner sig større viden og database gennem øget testning (Bilag 6).

Delkonklusion

Automatisk udsortering kan blive et vigtigt element for at opnå større genanvendelse af tekstiler. Teknologien giver genanvendelsesvirksomhederne mulighed for at modtage specifikke fibersammensætninger, til den pågældende genanvendelsesproces. Dette er særligt relevant for den kemiske genanvendelse. Dog er *NIR Spectroscopy* for tekstilfiberdetektion fortsat på et forsøgsstadium og afhængig af manuel arbejdskraft.

Det vurderes imidlertid, at en fremtidig måde at udsortere tekstiler på, kan være via automatisk sortering. Heri kan fibersammensætningen detekteres, og teknologien kan hermed være en mulighed for opnåelse af tekstil-til-tekstil genanvendelse.

5.3 Delanalyse 3: Scenarier for fremtidens tekstilhåndtering

Denne delanalyse vil analysere ud fra *scenariefremskrivning*, hvorledes det danske håndteringssystem for tekstiler, kan forventes at være opbygget i 2025. Argumentationen for fremskrivningen til 2025, er baseret på målsætningerne fra EU's Affaldsrammedirektiv. Analysen tager afsæt i *plausible scenarier*, med udgangspunkt i *specifikke drivers*, samt en fremskrivning af tekstilforbruget i Danmark.

Til denne delanalyse anvendes primært data fra Miljøstyrelsens rapport '*Kortlægning af tekstilflows i Danmark*' fra 2018. Hertil benyttes supplerende data fra bl.a. Nordisk Ministerråds rapport '*Export of Nordic Used Textil*' fra 2016, Rødovre Kommunes rapport '*Evaluering af forsøg med indsamling af tøj og sko i Rødovre Kommune*' fra 2019 samt data fra sorteringsforsøg (Bilag 8). Beregningerne til udførelse af figurerne i dette afsnit er vedlagt i bilag 9.

Opbygning af delanalyse 3:

Det første scenarie er en *baseline*-fremskrivning af det nuværende system til 2025, som vil demonstrere hvordan udviklingen vil se ud, uden implementering af CØ-initiativer. Andet scenarie (B) er derimod *eksplorativt* og implementerer kemisk genanvendelse af bomuld, som en integreret del af håndteringen. Det sidste scenarie (C) er ligeledes *eksplorativt*, men med en ændring af hele håndteringssystemet. I dette er der fokus på et lukket dansk system, med yderligere implementering af kemisk genanvendelse, *product service system* og *udvidet producentansvar*. Endvidere beskrives en ny prioritering af affald, i form af et revideret affaldshierarki for scenarie (C).

5.3.1 Prædiktivt 2025 baseline-scenarie

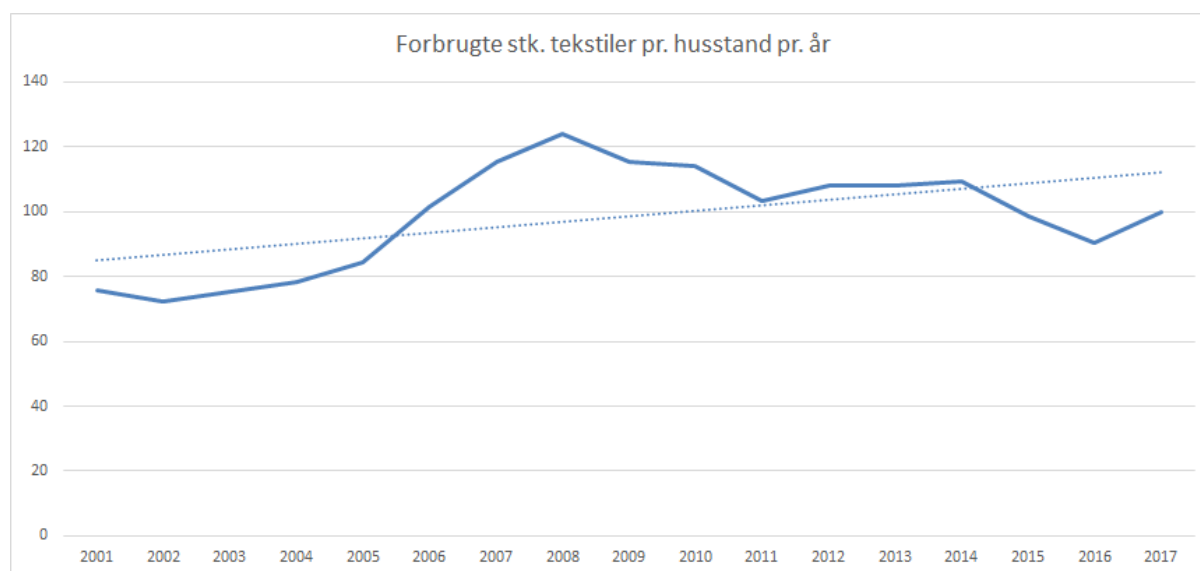
Dette afsnit vil omhandle den forventede udvikling, der ses på baggrund af det nuværende flow. Scenariet er baseret på en naturlig stigning i tekstilforbruget, som følge af udviklingstendensen.

Fremskrivning af forbrugsmængder

De nuværende mængder, der forbruges estimeres til at være 75.330 t. i 2016 (Miljøstyrelsen, 2018: 28). Med baggrund i data fra statistikbanken, er der udarbejdet en graf, for at fremvise hvordan den forventede udvikling af tekstilforbruget vil stige. Dette er udregnet ved brug af følgende formel:

$$\frac{(\text{Forbrug af beklædning pr. kr. pr. husstand})}{(\text{Forbrugerprisindex for beklædningstekstiler})}$$

Figuren viser dermed hvor mange stykker tekstiler, der årligt forbruges af en gennemsnitlig husstand, i perioden 2001 til 2017.

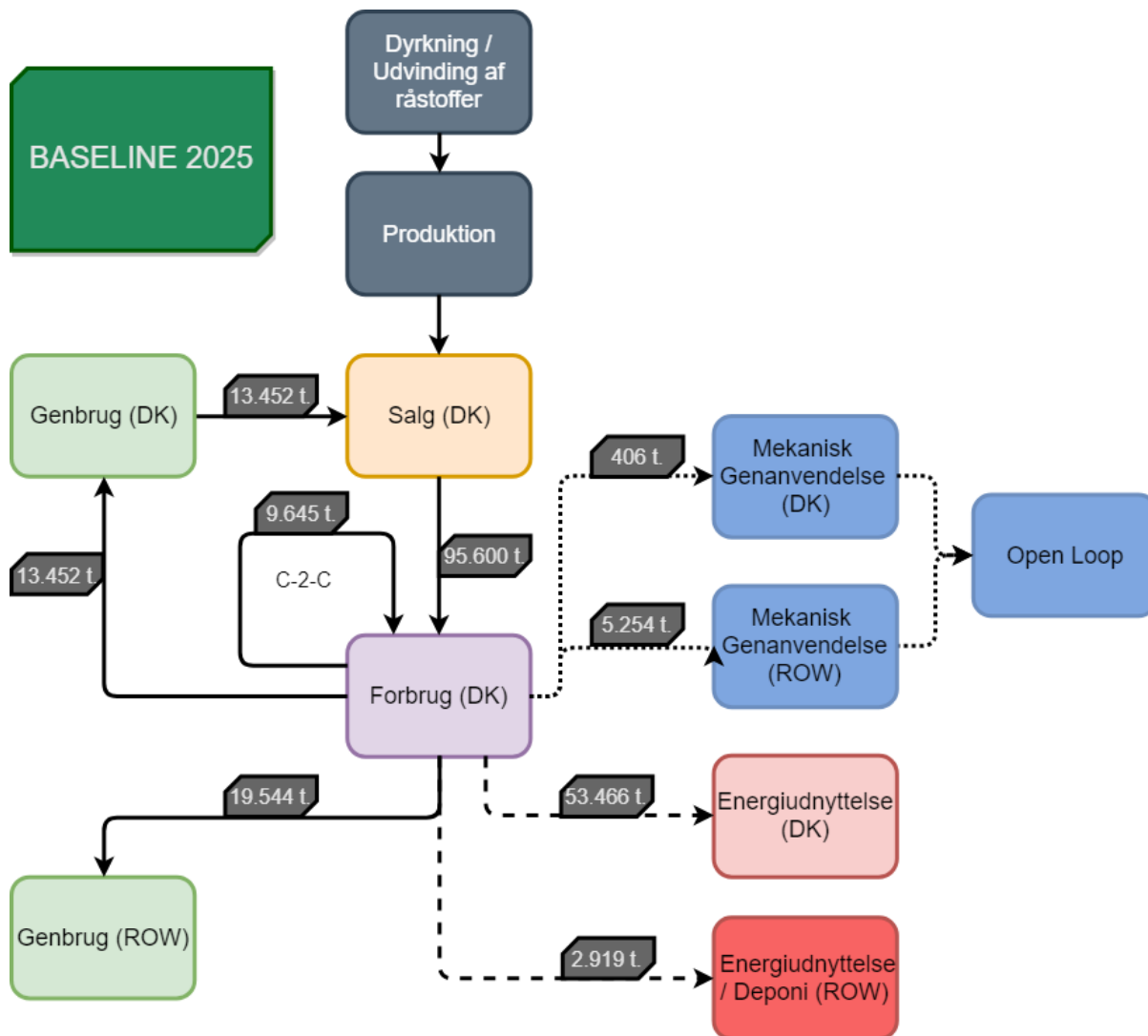


Figur 28: "Forbrugte stk. Tekstiler pr. Husstand pr. år" (Statistikbanken, 2019 a; Statistikbanken, 2019 b)

Grafen illustrerer hvordan tendensen for forbruget af tekstiler i de danske husholdninger, er stigende. På årsbasis, ses der i perioden en gennemsnitlig stigning på ca. 2,8 %. Derfor antages det, at der ligeledes vil være samme stigning i perioden frem mod 2025. I kraft af

antagelserne om en årlig stigning i forbruget på 2,8 %, vurderes det at forbruget på 75.330 t. i 2016, vil stige til 95.600 t. i 2025.

Baseline-scenariet for 2025 vurderes derfor at fremstå som følgende:



Figur 29: "Flow for Baseline-scenarie" (egen udarbejdelse; bilag 9.2)

Tab i systemet

I flowet for tekstiler forekommer et tab af materialer. Tabet er baseret på henkastning, tyveri af doneret tekstiler, samt vægttab, grundet slitage og vask (Miljøstyrelsen, 2018: 20-21). Der ses i dag et tab på ca. 1%, som er overført direkte til baseline-scenariet, da dette tal i forvejen har meget begrænset databelæg.

Forbruger-til-forbruger (C-2-C)

Der kan argumenteres for at en stigning i det samlede forbrug, muligvis vil have en øget effekt på genbrugsraterne ved C-2-C, men grundet et belæg om at priserne er faldende, må det forventes at kvaliteten af beklædningsgenstande ligeledes er lavere (Tojo et al. 2012: 36; Statistikbanken, 2019 b). Derfor benyttes en procentsats tilsvarende i 2025, som blot inkluderer en fremskrivning af forbruget.

I forhold til genbrug via C-2-C, angives en procentsats på 10 % i 2016 (Miljøstyrelsen, 2018: 31). Koligkioni et al. vurderer dog at C-2-C genbruget i Danmark, var på 17 % i 2016 (jf. Afsnit 4.4). Der benyttes i dette baseline-scenarie data fra Miljøstyrelsen, hvorfor C-2-C angives til at ligge på 10 %. Dog kan det formodes at den procentvise mængde, som genbruges via C-2-C i 2025, er højere, grundet belægget fra Koligkioni et al.

Indsamling

Det vurderes at indsamling i baseline-scenariet vil foregå som i det nuværende system, hvor det primært er de private indsamlere, som håndterer størstedelen af tekstilerne. Dog er der enkelte kommuner, som ligeledes opererer med indsamling af tekstiler (jf. Afsnit 5.1). Dermed ses der i baseline-scenariet ligeledes en indsamlingsrate på 48 %, som er fordelt på 3 % for kommunal indsamling og 45 % for indsamling af private aktører (Bilag 9.2).

Sortering

Sortering forventes at fungere på samme vilkår, som i det nuværende flow (jf. Afsnit 5.1). Hermed foregår sorteringen manuelt og eftersom det af baseline-scenariet ikke vurderes, at kemisk genanvendelse har en betydelig rolle, er automatisk sortering og hermed sortering i fibertyper, ikke relevant.

Genbrug

Det vurderes at ca. 29% af de indsamlede tekstiler i 2016, blev genbrugt i Danmark (Miljøstyrelsen, 2018: 33). Tina Donnerborg fra Røde Kors, angiver dog, at det kun er ca. 10 % af organisationens indsamlede mængder, som genbruges i Danmark (Bilag 2:

[00:04:08.26]). Dette vidner om en problematik ift. databehandlingen af de indsamlede tekstiler. Den højere procentsats ses bl.a. ved hvordan flere velgørenhedsorganisationer genbruger op mod 85 % af de indsamlede mængder (Miljøstyrelsen, 2018: 34), hvilke virker tvivlsomt i betragtningen af at Røde Kors står for ca. 20 % af den totale indsamling i Danmark. Derfor anses en vis datausikkerhed, forbundet i de private indsamleres indrapportering til Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 2018: 34; Røde Kors, u.å.). Dog er baseline-scenariet baseret på Miljøstyrelsens tal fra 2016, hvorfor der benyttes samme faktor, med 29 % for genbrug af de indsamlede mængder i Danmark. Hertil vurderes det at eksport fortsat vil være en væsentlig del af genbrugsmarkedet, som det er gældende i det nuværende flow. Derfor vil ca. 61 % af de indsamlede mængder fortsat eksporteres i ROW i 2025 (jf. Afsnit 5.1; Bilag 9.2).

Mekanisk genanvendelse

I forhold til mekanisk genanvendelse, kan det på baggrund af målsætningerne fra EU, om øget genanvendelse, antages at en procentvis stigning kan forekomme. Dette begrundes yderligere, af den danske mekaniske genanvender Convert, som oplever en større efterspørgsel på genanvendte materialer (Bilag 7). Dog er det udfordrende at estimere den eksakte stigning, men selv en stigning på 50 %, vil have en begrænset indflydelse på det samlede flow. Derfor vurderes det, at den mekaniske genanvendelse vil følge fremskrivningen af forbrug frem mod 2025, på 2,8 % årligt.

Endvidere er det estimeret, at ca. 19 % af de eksporterede mængder blev genanvendt i 2016 på globalt plan (Miljøstyrelsen, 2018: 37; Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64). Det forventes at genbrugsraterne i ROW vil være de samme i 2025. Derfor antages det ligeledes at de samme procentvise mængder vil være genanvendelsesegnet.

Kemisk genanvendelse

I dette baseline-scenarie anslås det, at den kemiske genanvendelse ikke opererer på markedsvilkår og dermed ikke er etableret i kommerciel skala, hvorfor denne ikke medregnes. Dette vurderes på baggrund af, at der ikke er etableret nogle virksomheder eller politiske initiativer i Danmark, for at fremme udviklingen af teknologien for den kemisk

genanvendelsesproces. Virksomheden re:newcell forventer samtidig ikke at skulle importere brugte tekstiler, da mængderne og efterspørgslen i Sverige, ikke overstiger virksomhedens forventede kapacitet (Bilag 4: [00:09:01.20]).

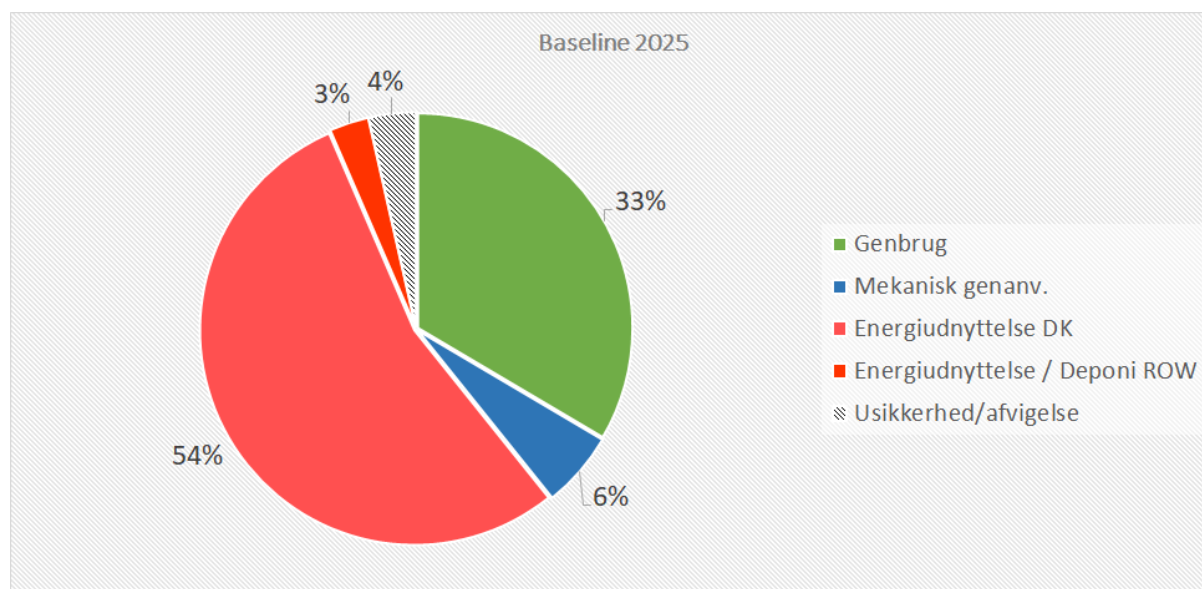
Energiudnyttelse

I dette baseline-scenarie vil energiudnyttelse fortsat være den primære danske affaldsbehandling af tekstiler. Hertil vurderes det, at der fortsat vil være samme mængder, der går til energiudnyttelse efter genbrugsfaserne i ROW. Det anses yderligere at ca. 6 % af de indsamlede tekstilmængder vil være affald, primært grundet fugt, kontaminering, samt indsamling af ikke-tekstilprodukter (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 136; Miljøstyrelsen, 2018: 30; Bilag 8).

Deponi

I Danmark deponeres affald ikke, hvorfor der ligesom ved energiudnyttelse, ikke forventes at se en procentvis ændring i mængderne. I den nuværende affaldshåndtering forekommer deponi derfor kun i ROW, hvilket dog ikke er præciseret af Miljøstyrelsen, der beregner det sammen med energiudnyttelse (Miljøstyrelsen, 2018: 56). Dette leder tilbage på problemstillingen om eksport af tekstiler, og hermed hvor udfordrende det er at konkludere hvor tekstilerne ender, samt hvordan de håndteres, efter en yderligere forbrugsfase i ROW (jf. Afsnit 5.1).

Delkonklusion



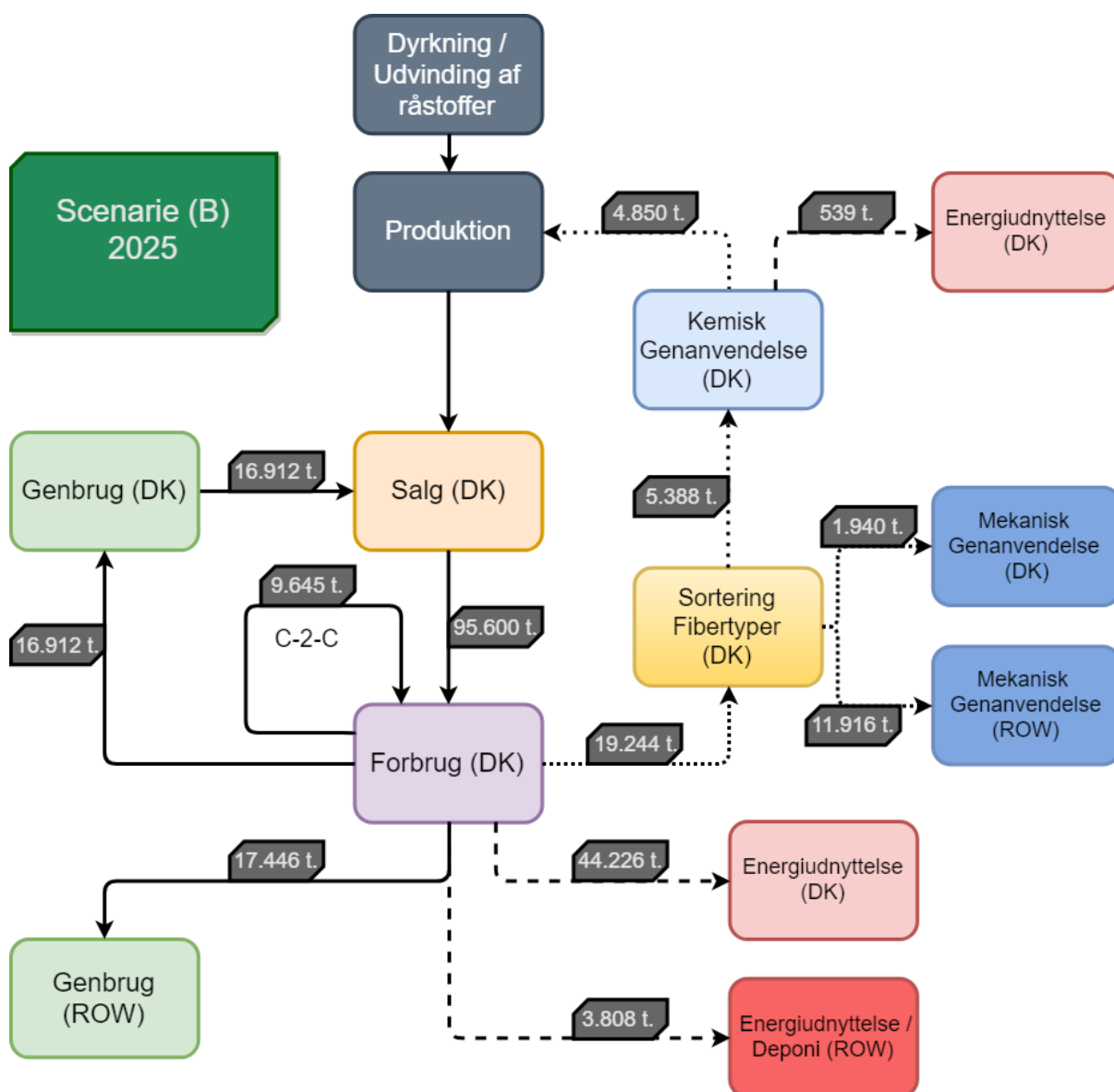
Figur 30: "Fordeling af samlet forbrug – Baseline 2025" (Bilag 9.2)

Som det fremgår af baseline-scenariet, er dette en fremskrivning af det nuværende system med ganske få ændringer, baseret på en fremskrivning af forbruget på 2,8 %. Systemet vil fortsat have sin styrke i genbrugsmarkedet, hvorfor genbrug vil være den primære løsning, til opnåelse af målsætningerne fra EU's Affaldsrammedirektiv.

Cirkulær Økonomi vil derfor ikke være en integreret del af baseline-scenariet, da ressourcerne ikke tilbageføres, men i stedet eksporteres. Eksporten af genbrugelige tekstiler vil medføre, at de i sidste ende bliver enten energiudnyttet eller deponeret, efter en yderligere forbrugsfase (jf. Afsnit 5.1).

I baseline-scenariet vil de samlede genbrugs- og genanvendelsesrater inkl. eksport, udgøre 39 %, hvoraf 33 % er genbrug og 6 % er genanvendelse (bilag 9.2). Hermed kan det anses af ovenstående figur 30, at energiudnyttelse fortsat vil være den primære måde at håndtere tekstiler på, hvor energiudnyttelse udgør hele 54 %, af de samlede forbrugte tekstiler i Danmark.

5.3.2 Eksplorativt Scenarie (B) for 2025



Figur 31: "Flow for scenarie (B)" (egen udarbejdelse; bilag 9.3)

Dette afsnit vil fastsætte et eksplorativt scenarie for, hvordan et system for 2025 kan se ud. Scenarie (B) vil have fokus på inddragelse af øget teknologisk udvikling og en ændring af håndtering af brugte tekstiler. Til dette scenarie vil principperne i Cirkulær Økonomi integreres ved fokus på kemisk genanvendelse. Hertil implementeres en særskilt kommunal tekstilindsamlingsordning, som følge af EU's målsætninger i Affaldsrammedirektivet.

Mængden af forbrugte tekstiler i dette scenarie, vil forventes at stige på lige fod med baseline-scenariet. Derfor er det samlede forbrug i 2025 forsat 95.600 t.

Øget kommunal indsamling:

Scenariet er baseret på en antagelse om, en generelt øget indsamling af brugte tekstiler. Hertil benyttes tal fra Rødovre Kommune, der viser at en kommunal separat tekstilindsamlingsordning, vil kunne bidrage til indsamling af yderligere 13 %¹⁰ af de forbrugte mængder. Dette er dog foruden de tekstiler, som indsamles af private aktører og på genbrugspladser (Rødovre Kommune, 2019: 7).

I 2016 blev 48 % af de forbrugte tekstiler indsamlet (Miljøstyrelsen, 2018: 33). Ved implementering af en kommunal indsamling ses en stigning af de indsamlede tekstilmængder fra 48 % til 61% (bilag 9.3). Endvidere er der en antagelse om, at dette ikke vil medføre lavere indsamlede mængder fra de private aktører.

Derfor vil de indsamlede tekstilmængder i scenarie (B) fortsat være 45 % for private indsamlere, mens den kommunale indsamling vil stige fra 3 % til 16 %, som samlet set giver en indsamling af tekstiler på 61 % (bilag 9.3).

Det estimeres ligeledes at affald, i den indsamlede tekstilmængde, vil stige fra 6 % til 7 %. Dette er grundet at de mængder, der indsamles af kommuner, indeholder tekstiler af lavere kvalitet (Rødovre Kommune, 2019: 8; bilag 9.3).

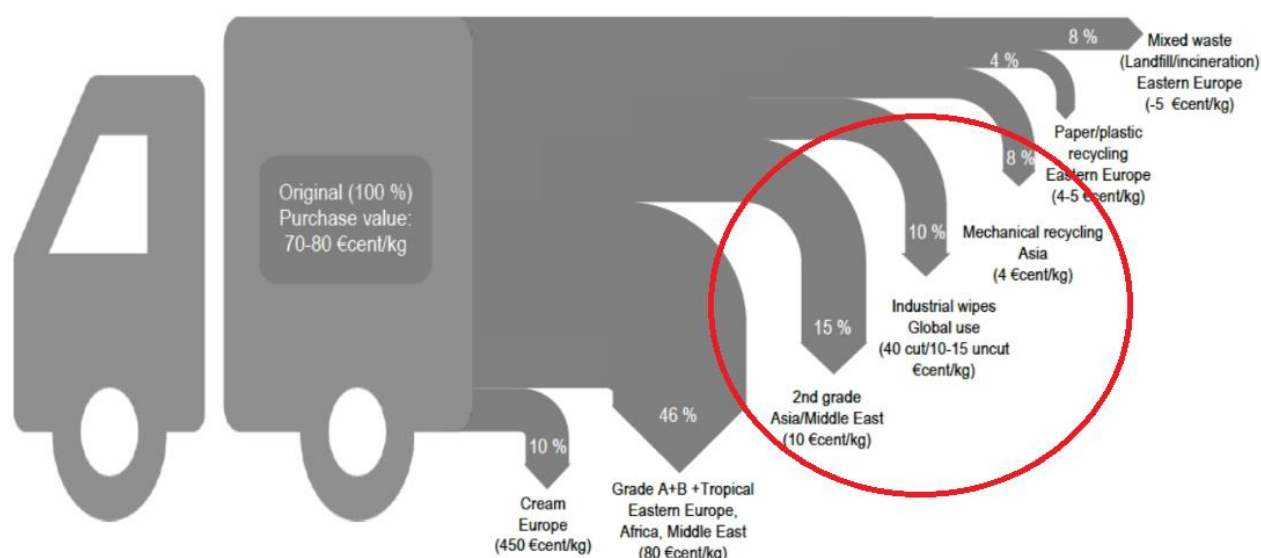
Kemisk genanvendelse af bomuld

Dette eksplorative scenarie er baseret på en forestilling om, at der forekommer en udvikling i det nuværende system for genanvendelse. Denne betragtning udtrykkes af Harald Cavalli-Björkman fra re:newcell, der beskriver hvordan kemisk genanvendelse, forventes at være økonomisk rentabelt, indenfor en nær fremtid. Dette begrundes yderligere ved

¹⁰ Beregning af middelværdi på baggrund af Miljøstyrelsen og Rødovre Kommune (Miljøstyrelsen, 2018: 5; Rødovre Kommune, 2019: 7)

værdien af re:newcell's færdige produkt, i form af viskosepulp, som i dag angives til at ligge på ca. 6 DKK/kg (Bilag 4: [00:18:22.23]).

Det vurderes derfor, at det vil være økonomisk fordelagtigt at sælge den genbrugelige fraktion, af den dårligste kvalitet (*2nd grade*) til kemisk genanvendelse. Hertil vil de mængder, som allerede er egnet til genanvendelse, ligeledes tilgå som input til kemisk genanvendelse. De fraktioner, som i dette scenarie (B), benyttes til kemisk genanvendelse, fremgår af nedenstående figur 32.



Figur 32: "Typical fate and price/kg for post-sorted fractions of a lorry load of original" (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64; Egen markering)

Det er hermed de fraktioner, der betegnes som *2nd grade*, *industrial wipes* og *mechanical recycling*, der tilgår som input til kemisk genanvendelse (bilag 9.3).

I det nuværende system udgør *2nd grade* ca. 15 % af de indsamlede mængder. Hertil udgør *industrial wipes* og *mechanical recycling* ca. 18 % (Miljøstyrelsen, 2018: 37; Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64), hvilket samlet set er 33 %, der i dette scenarie vil være input til den kemiske genanvendelse.

Endvidere har den kemiske genanvendelsesproces et tab på ca. 10 % (Bilag 4: [00:14:40.08]; jf. Afsnit 5.2; jf. Afsnit 4.4), som derfor fratrækkes.

Den kemiske genanvendelsesteknologi kræver dog ensartede fibersammensætninger og kan ved den nuværende proces, kun håndtere bomuld, hvorfor tekstilerne skal sorteres i fibertyper. Derfor er der i scenariet implementeret automatisk udsortering via nir-scannere, som kan detektere fibertypen i tekstilerne (jf. Afsnit 5.2).

I henhold til specialets sorteringsforsøg, ses det at rene fraktioner af bomuld udgør 28 %, af 99 kg. vilkårligt indsamlet tekstiler (Bilag 8). Derfor betegnes de 28 % ren bomuld, fra de indsamlede mængder, som det maksimale input til kemisk genanvendelse. Derfor forventes det, i dette scenarie (B), at et veletableret kemisk genanvendelses anlæg i Danmark, vil have en kapacitet på minimum 5.400 t. (bilag 9.3).

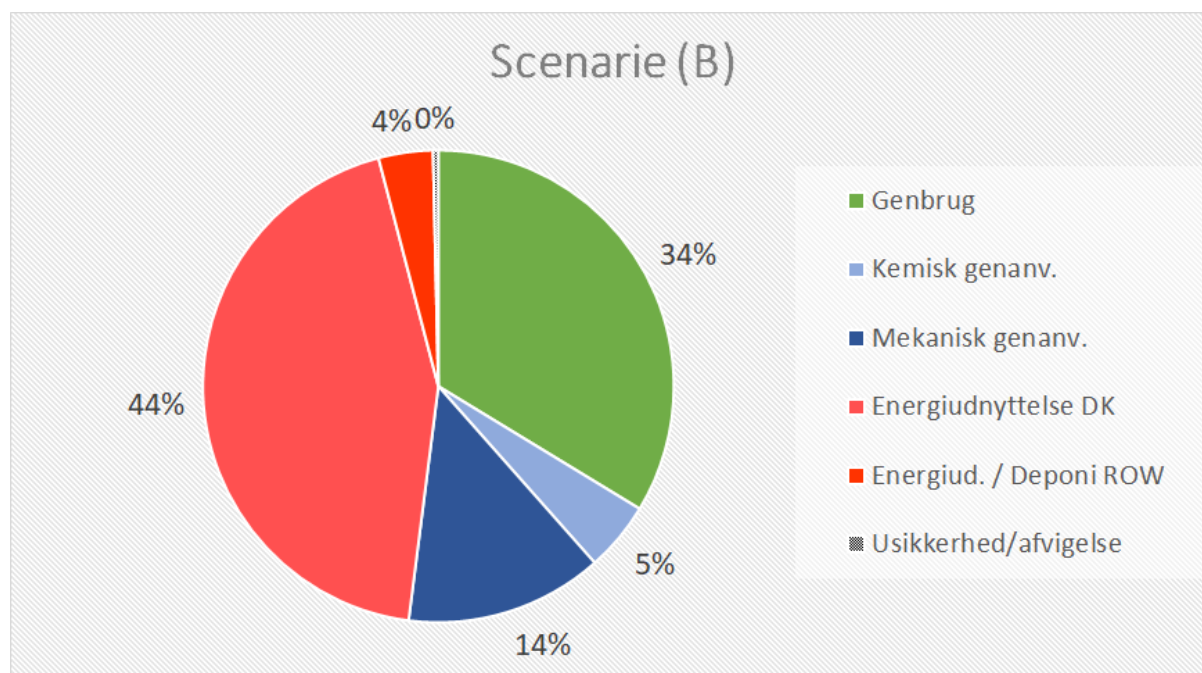
Mekanisk genanvendelse:

Foruden de 28 %, der vurderes at være ren bomuld, vil de resterende tekstiler, som udgør 72 %, være sorteret, men ikke egnet til kemisk genanvendelse. Disse tekstiler vil kunne genanvendes mekanisk, enten i Danmark eller i ROW. Det forventes at de samme procentvise mængder eksporteres til mekanisk genanvendelse, i dette scenarie (B), som i baseline-scenariet. Det vil sige at ud af de 72 %, som ikke kan kemisk genanvendes, vil 86 % af disse blive eksporteret til mekanisk genanvendelse i ROW, og de resterende 14 % vil genanvendes i Danmark (Bilag 9.3).

Genbrug:

Den øgede kemiske og mekaniske genanvendelse, medvirker til en reduktion af genbrugsraterne, da den genbrugelige fraktion *2nd grade* udsorteres. Denne genbrugsfraktion vil derfor ikke sælges til genbrug i ROW, hvorfor raterne for genbrug ved eksport, vil falde. Dog er der i dette scenarie (B) et generelt større input af tekstiler i forhold til baseline-scenariet, grundet øget kommunal indsamling. I Danmark vil genbrugsraterne fortsat ligge på 29 % af de indsamlede mængder, som det ses af baseline-scenariet. Dette skyldes at der ikke genbruges tekstiler i kvaliteten *2nd grade* i Danmark (jf. Afsnit 5.1; Bilag 9.3).

Delkonklusion



Figur 33: "Fordeling af samlet forbrug – Scenarie (B)" (Bilag 9.3)

Det illustreres af ovenstående figur 33, hvordan der i scenarie (B) genbruges 40 %. Herudover bliver 14 % genanvendt mekanisk og 5 % genanvendes kemisk i Danmark.

Scenarie (B) & CØ:

En øget kommunal indsamling, i sammenspil med private indsamlere, vil medvirke til bedre muligheder, for opnåelse af målsætninger fra Affaldsrammedirektivet. Dette er bundet i en forventning om, at der vil kunne indsamles større mængder. Dog medvirker dette scenarie (B) ikke til en opnåelse af EU's målsætninger¹¹, da der opnås en samlet genbrugs- og genanvendelsesrate på 53 %.

I et CØ-perspektiv, vil en øget kommunal indsamling, fortsat have de samme ressource-mæssige udfordringer ved eksport af genbrugelige tekstiler, som det ses i baseline-scenariet. Eksport af genbrugelige tekstiler, vil stadig prioriteres højere end genanvendelse i affaldshierarkiet, for dette scenarie (B). De omkostninger, der er forbundet ved etablering af en ny særskilt indsamlingsordning, vil medfølge at kommunerne fortsat skal genbruge de tekstiler, der har størst økonomisk værdi. Derfor er det kun den genbrugelige

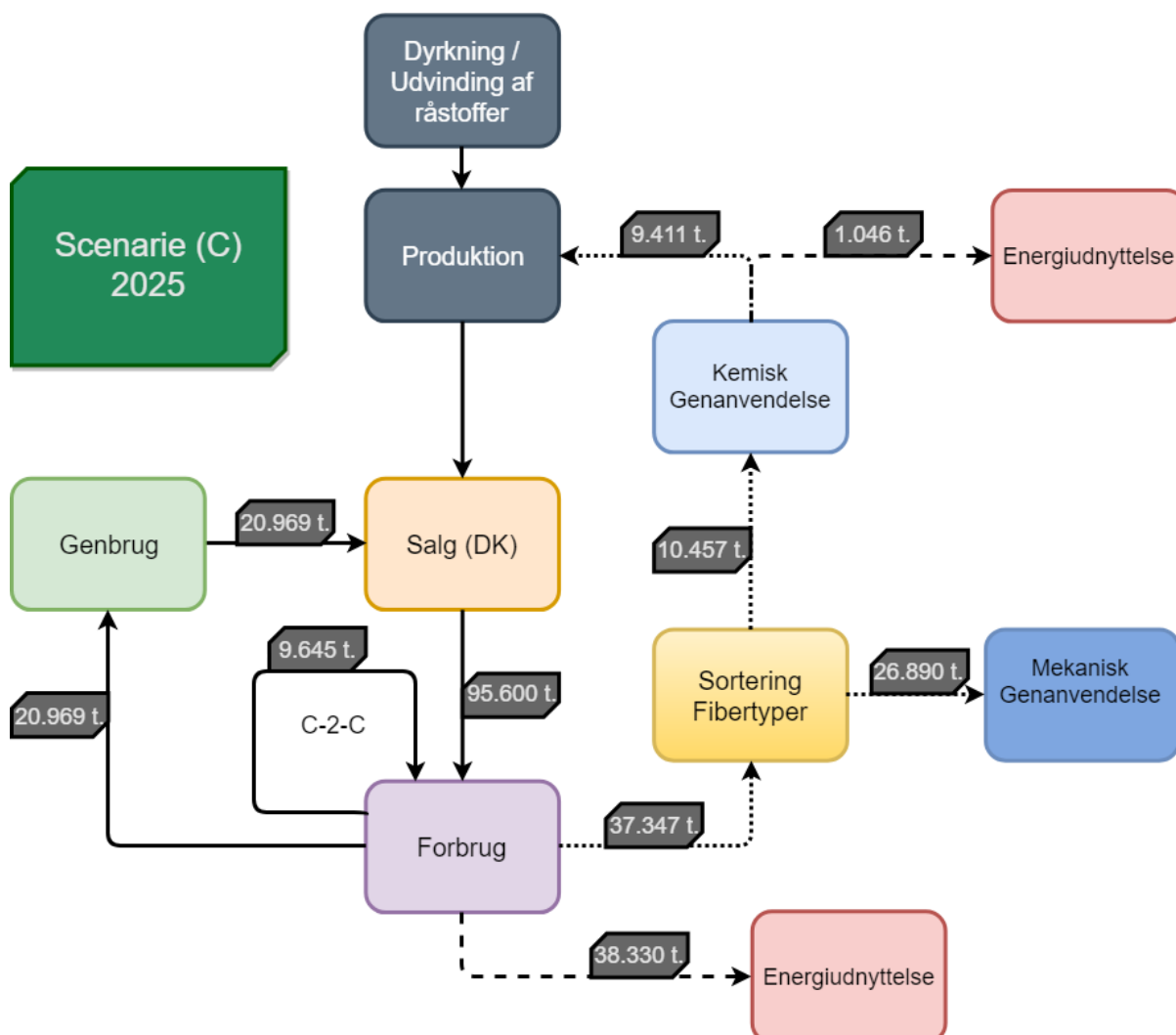
¹¹ EU's målsætninger for genbrug og genanvendelse er 55 % i 2025.

fraktion, af den dårligste kvalitet (*2nd grade*), der skal anvendes som input for kemisk og mekanisk genanvendelse, i dette scenarie (B).

Mængderne, der genbruges i Danmark i 2025, forventes at forblive procentvis de samme. De yderligere 13 %, der indsamles af kommunerne i 2025, antages at indgå i kommunale salgsordninger, primært på genbrugspladser. Rødovre Kommune vurderer at de genbrugelige fraktioner udgør 30 % af de indsamlede tekstiler, hvorfor der vil være en større andel af lavere kvalitet (Rødovre Kommune, 2019: 8).

Implementeringen af kemisk genanvendelse i dette scenarie (B), vil kunne bidrage til at recirkulere 5 % af de samlede, forbrugte tekstiler til værdikæden (bilag 9.3). Dog ses mange af de samme udfordringer i forhold til CØ, da tekstiler fortsat bliver eksporteret i ROW. Dette er den største udfordring, i forhold til at sikre en optimal udnyttelse af ressourcerne (jf. Afsnit 5.1). Såfremt der skal ske en regulær omstilling baseret på Cirkulær Økonomi, kan der være behov for at undlade eksport af brugte tekstiler, som udpensles i følgende scenarie (C).

5.3.3 Eksplorativt - Scenarie (C) for 2025, lukket nationalt system



Figur 34: "Flow for scenarie (C)" (egen udarbejdelse; bilag 9.4)

I dette eksplorative scenarie, vil der forekomme en ændring af håndteringsystemet for brugte tekstiler. Her vil der være fokus på et lukket nationalt system, med implementering af CØ, PSS og EPR.

Ved implementering af Cirkulær Økonomi, er det væsentligt at ressourcer bliver tilbageført i værdikæden. Problematikkerne, fremgår af baseline-scenariet samt scenarie (B), hvor der anses et stort tab af ressourcer, som følge af eksport. Desuden er der i dette scenarie (C), et øget fokus på etablering af kemisk genanvendelse, for netop at kunne tilbageføre tekstilressourcerne, til den oprindelige værdikæde.

Et lukket nationalt system kan derfor have et større fokus på udvikling af genanvendelsesteknologier og hertil reduktion af energiudnyttelse. Samtidig vil det i dette scenarie (C) gøres mere økonomisk fordelagtigt at genanvende, frem for at genbruge, ved integration af PSS og EPR. Der skal dog fortsat genbruges tekstiler af den bedste kvalitet (*cream*), men dette gøres nationalt, da eksporten er fjernet i dette scenarie (C).

Initiativer i scenarie (C)

Udbud & afskaffelse af privat indsamling

I scenariet ses ligeledes en etablering af kommunale tekstilindsamlingsordninger, dog fjernes den private indsamling i dette scenarie. Det betyder at den kommunale tekstilindsamling vil være den eneste, da der fjernes muligheden for opstilling af containere i det offentlige rum. Dette vil medvirke til en markant forøgelse af den kommunale indsamling. Private borgere vil fortsat have mulighed for at donere tekstiler til velgørenhedsorganisationerne, hvilke gøres direkte via genbrugsbutikker.

De tekstiler, der doneres til velgørenhedsorganisationer vil kunne genbruges i så høj grad som muligt i Danmark. Når tekstilerne ikke længere kan genbruges, vil de betegnes som ikke-genbrugelige fraktioner. Derfor vil de indgå i den kommunale affaldshåndtering, som genanvendelsesegnede fraktioner, og klassificeres som affald.

Dette vil give et system hvor alt, der kan genbruges, bliver genbrugt nationalt, i så høj grad som muligt. Hertil vil de genanvendelsesegnede fraktioner, der klassificeres som tekstilaffald, håndteres af kommunale ordninger.

Genbrug

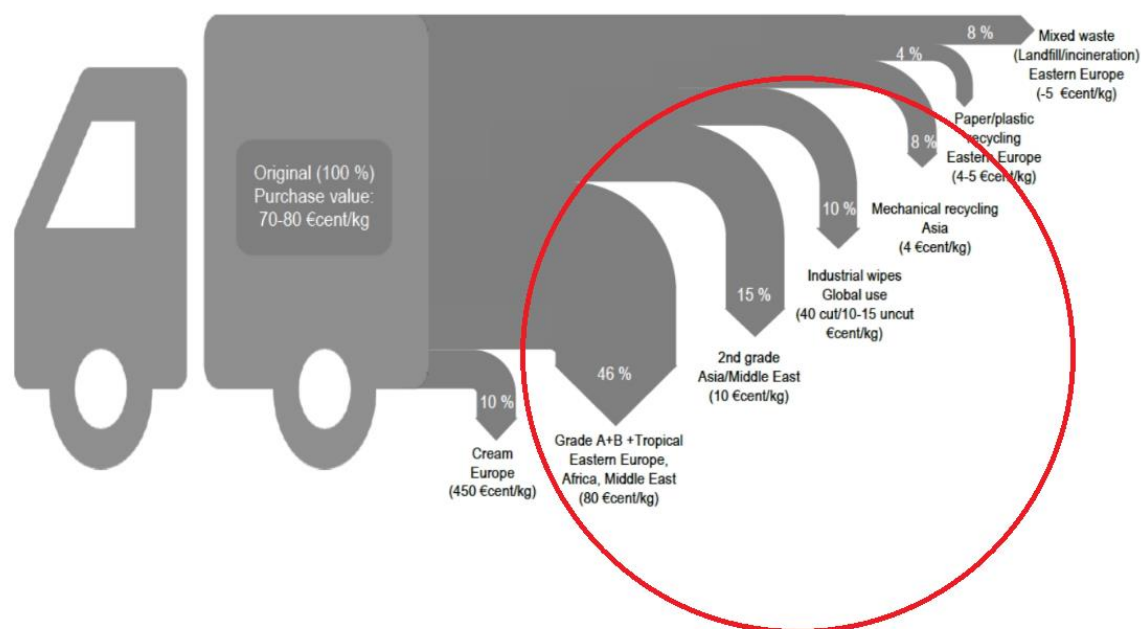
Da alle tekstiler i dette scenarie (C) vil videreføres til den kommunale indsamlingsordning, er det ikke nødvendigt at opdele de indsamlede mængder i kommunale- og private indsamlinger. Mængden af de indsamlede tekstiler forventes at være identisk med scenarie (B), ligesom affaldsmængden af det indsamlede fortsat estimeres til at være 7 %. Det fremgår derfor at 61 % af det samlede forbrug, vil blive indsamlet (bilag 9.4). Herfra vil kommunerne have mulighed for at udbyde den genbrugelige fraktion til private aktører, der kan sortere og genbruge det nationalt. Hertil vil der formentlig være en reduceret

genbrugelig fraktion, af den samlede mængde. Dette skyldes en større indsamlingsgrad, der medvirker til en generelt lavere kvalitet i tekstilerne.

I dette scenarie (C) vil tilføjes 10 % af de tidligere eksporterede mængder, til genbrug i Danmark, da disse er af kvaliteten *cream* (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64). De resterende mængder, der af Scenarie (B) ville genbruges ved eksport, går i dette scenarie til genanvendelse. Samlet set vil dette medføre at de genbrugte mængder vil falde fra scenarie (B) til scenarie (C), da større mængder tilføres genanvendelse, som følge af prioriteringen i affaldshierarkiet.

Kemisk og mekanisk genanvendelse

Inputmængderne til kemisk genanvendelse vil være højere end for scenarie (B), da der foruden fraktionerne: *2nd grade*, *industrial wipes* og *mechanical recycling*, ligeledes vil benyttes den næsthøjeste genbrugskvalitet, i form af *grade A og B* (Figur 35).



Figur 35: "Typical fate and price/kg for post-sorted fractions of a lorry load of original" (Nordisk Ministerråd, 2016 a: 64; Egen markering)

Det er hermed et større input, der vil gå til den kemiske genanvendelse, som det fremvises af ovenstående figur 35.

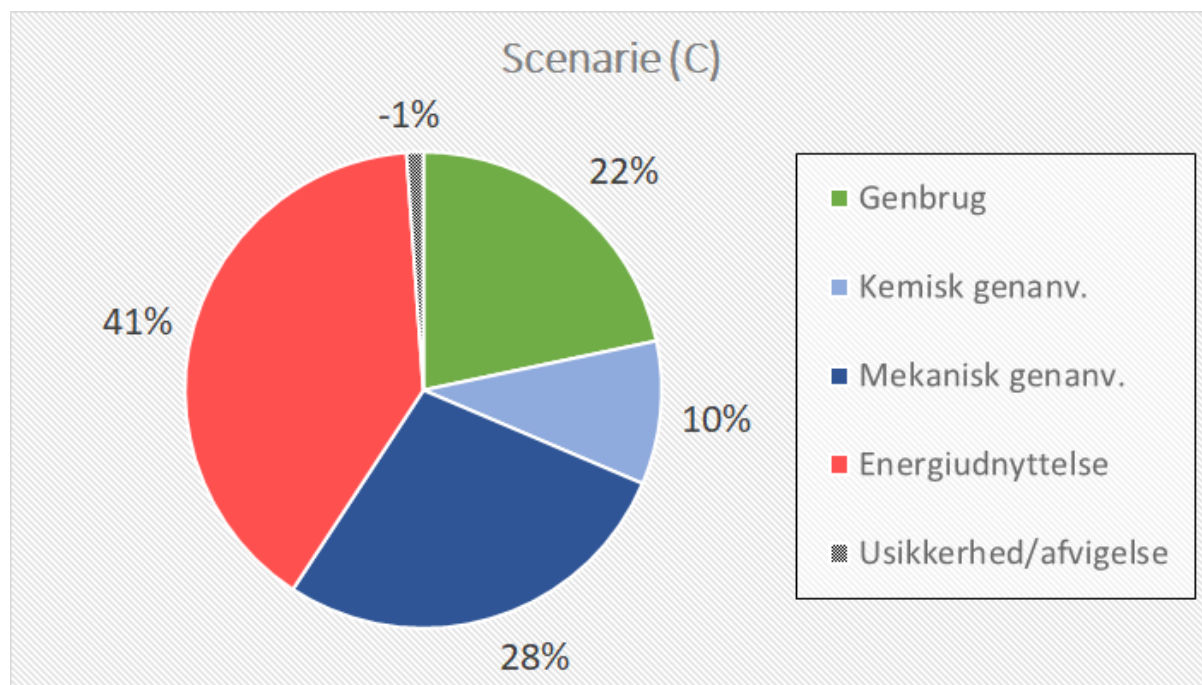
Disse fraktioner vil ligeledes skulle automatisk sorteres, ligesom ved scenarie (B), hvor der ses en udsortering af 28 % ren bomuld til kemisk genanvendelse (Bilag 9.3; Bilag 8). Efter denne udsortering af fibertyper, vil der kunne genanvendes 10.457 t. ren bomuld ved den kemiske genanvendelsesproces, som det fremgår af flowet for scenarie (C) (bilag 9.4).

Hermed er der en resterende mængde, der har mulighed for at blive genanvendt mekanisk, eller energiudnyttet. I og med at der af affaldshierarkiet, skal prioriteres genanvendelse frem for energiudnyttelse, vil der i scenariet ses en udvidelse af mekanisk genanvendelse, der skal kunne håndtere op mod 27.000 t. tekstiler (bilag 9.4).

Det antages dog at værdien i mekanisk genanvendelse, er markant lavere, end genbrug af særligt *grade A og B*. Derfor må det i dette scenarie forventes at, der forekommer en generelt lavere økonomisk værdi i de indsamlede tekstiler i forhold til scenarie (B).

Delkonklusion

Såfremt kemisk og mekanisk genanvendelse får en større rolle i det samlede system, som illustreret ved dette scenarie (C), vil det medvirke til en markant forøgelse af genbrugs- og genanvendelsesraterne i Danmark. De samlede rater for genbrug, genanvendelse og energiudnyttelse, fremgår således ved nedenstående figur 36 for scenarie (C).



Figur 36: "Fordeling af samlet forbrug – Scenarie (C)" (Bilag 9.4)

Dermed vil det som angivet i ovenstående figur 36, ses at ca. 60 % af det samlede forbrug, vil blive genbrugt og genanvendt, set i forhold til de 53 % i scenarie (B).

Dette resulterer i en genbrugs- og genanvendelsesrate, der ligger over målsætningerne fra EU's Affaldsrammedirektiv. Hertil må der dog forventes en væsentlig forringelse af den økonomiske værdi i de tekstiler, der i baseline-scenariet og scenarie (B), ville eksporteres. I dette scenarie (C) vil størstedelen af disse genanvendes, frem for at blive genbrugt i ROW. På trods af den økonomiske værdi forringes vil dette scenarie (C) medvirke til en øget ressourcetilbageførelse i forhold til baseline-scenariet og scenarie (B). De kemisk genanvendte tekstiler stiger fra 5 % i Scenarie (B) til 10 % i scenarie (C).

Dog er der forskellige økonomiske *drivers*, hvorpå rentabiliteten ved genanvendelse kan øges.

Udvidet producentansvar

Ved at pålægge et udvidet producentansvar, EPR, kan der ses en øget integration mellem leddene for håndtering af brugte tekstiler, og retailers, der opererer i salgsleddet. På den måde vil en afgift på solgte tekstiler, give en økonomisk gevinst, der kan være med til øge udviklingen af genanvendelsesteknologier og indsamlingsordninger. Dette ses eksemplificeret i Frankrig, hvor indsamlingsraterne har været væsentligt lavere end i Danmark, men efter indførelsen af EPR, er raterne steget markant (Jf. Afsnit 4.4).

Et lukket dansk system, med indførelse af EPR, vil derfor kunne øge indsamlingsmængden. Hermed vil der være bedre margin og større økonomisk potentiale ved kemisk og mekanisk genanvendelse, der forventes at medføre et yderligere økonomisk incitament, for udvikling af genanvendelsesteknologier.

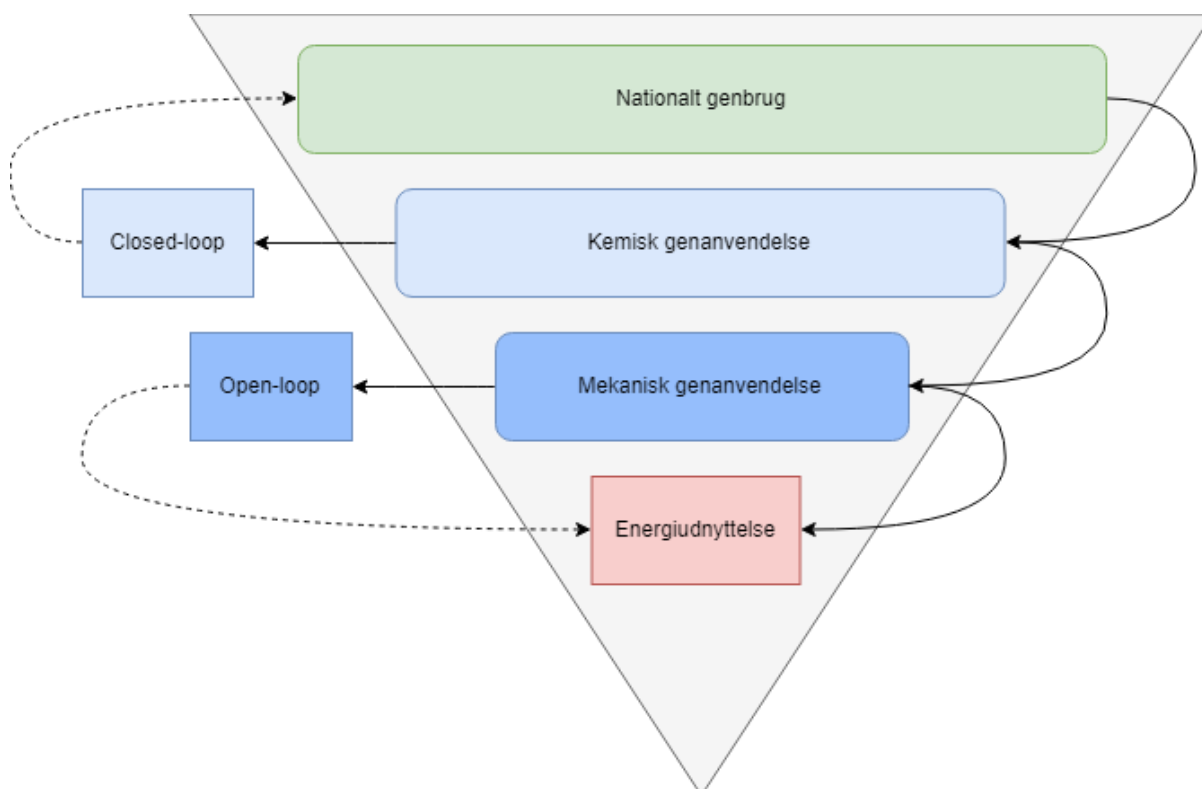
Product Service Systems

I dette scenarie (C) forventes det, at der i stigende grad, vil være et fokus på etablering af nye forretningsmodeller, bl.a. ved PSS. Ved at etablere sådanne systemer, kan virksomheder medvirke til at reducere mængden af tekstiler, der ender i end-use-leddet. PSS kan etableres for virksomheder, der sælger til private forbrugere, som kan aflevere brugt tøj tilbage, der enten kan repareres og sælges videre, eller bruges som input til kemisk genanvendelse. I forlængelse af dette vil PSS, medvirke til øget gennemsigtighed omkring indholdet af de produkter, der kommer retur til virksomhederne. Dette vil være en væsentlig fordel for den kemiske genanvendelse, idet der vil være et mindre behov for sortering i fibertyper (jf. Afsnit 4.4).

Ændring af affaldshierarkiet & opnåelse af målsætninger

Genbrugs- og genanvendelsesmålsætninger, som følge af Affaldsrammedirektivet, vil i større grad være meningsfyldte, med dette scenarie (C). Ved at lukke det nationale system, er det muligt at sørge for at de mængder, der genbruges direkte gennem forbrugers donationer, ikke betegnes som affald og dermed ikke medregnes i den kommunale affaldsbehandling. Hertil vil en udbudsordning kunne tydeliggøre håndteringen af de tekstiler, der er indsamlet af de kommunale ordninger. Dermed vil de mængder, der reelt set

ér affald, være langt tydeligere. Håndtering, som følge af opløftning i affaldshierarkiet, vil være mere retvisende i forhold til kontinuerlig tilbageførelse af ressourcer, og på den måde vil nationalt genbrug prioriteres højere end genanvendelse. Hertil vil der være et behov for at klassificere genanvendelse i affaldshierarkiet, i kemisk og mekanisk, hvor kemisk genanvendelse vægtes højere end mekanisk. Derfor vil prioriteringen af affaldshåndteringen i dette scenarie se således ud:



Figur 37: "Revideret affaldshierarki som følge af scenarie (C)" (egen udarbejdelse)

Ved at lukke det nationale system, vil der være bedre muligheder for at opnå målsætningerne og hierarkisk opdele prioriteringen af affald i et CØ-perspektiv. Det betyder at alle tekstiler, der kan genbruges nationalt, bliver genbrugt. Hertil at alle tekstiler, der ikke kan genbruges, bliver kemisk genanvendt i et closed-loop. Endvidere vil de tekstiler, der ikke kan genanvendes kemisk, blive shredded og genanvendt mekanisk, til andre produkter i et open-loop. De resterende mængder, der ikke kan genanvendes, vil således blive energiudnyttet.

Usikkerheder ved beregning af scenarier:

Disse usikkerheder er knyttet til beregningerne af scenarierne, som fremgår i bilag 9. Scenariefremskrivningerne er primært baseret på data fra Miljøstyrelsen, med supplerende data fra andre rapporter. Miljøstyrelsen beskriver hvordan der af denne rapport, er foretaget anseelige antagelser, i de forbrugte og indsamlede mængder (Miljøstyrelsen, 2018: 69). Dette giver yderligere forbehold for resultaterne af scenarierne. Denne data vurderes dog at være den bedst tilgængelige, særligt som følge af review (II), hvortil datamangel understreges, af stort set samtlige undersøgte rapporter. Ved at benytte Miljøstyrelsen som primær datakilde, er det muligt at foretage ændringer af beregningerne fra dette speciale, såfremt ny og bedre data bliver tilgængelig.

En udvikling af en kommunal indsamlingsordning vurderes i scenarie (B) og (C) ikke at medføre en reduktion af de indsamlede mængder for private aktører. Dette vil muligvis ses som en potentiel effekt, men da der ikke er muligt at påvise om øget kommunal indsamling påvirker private aktører, er det ikke medregnet i scenarierne. Data omkring effekterne ved kommunal indsamling er baseret på tal fra Rødovre Kommune. I denne sammenhæng skal det dog nævnes, at kun 2 kommuner opererer med husstandsindsamling, i det nuværende system, hvorfor der er en usikkerhed forbundet med denne antagelse.

Antagelsen om 28 % ren bomuld i den samlede fraktion, bygger udelukkende på sorteringsforsøget (bilag 8), da andet data ikke har været tilgængelig.

Desuden fremgår det af bilag 8, hvordan de benyttede procentsatser er rundet op til hele tal, hvilket kan medvirke til minimale afvigelser i de samlede procenter.

De systematiske ændringer ved scenarierne kan dog analyseres, primært på baggrund af de effekter scenarierne fremviser for genbrugs- og genanvendelsesraterne. Denne forskel, samt øvrige effekter af de tre scenarier, vil berøres yderligere i det efterfølgende diskussionskapitel.

6. Diskussion

Specialets diskussionskapitel har til formål at opsummere og fremhæve de væsentligste pointer, fra de foregående afsnit, med fokus på at anskue disse fra forskellige vinkler. Derfor vil der både diskuteres fordele, så vidt som ulemper, ved de fremlagte argumenter.

Det vil indledningsvist diskuteres, hvorledes definitionen af CØ anvendes i specialet. Dette gøres med udgangspunkt i, hvordan genbrug anses, i forhold til specialets egen definition af CØ. Hertil diskuteres det hvorvidt, der er behov for specifikke CØ-definitioner, der er kontekstafhængige i forhold til de forskellige affaldsfraktioner.

Endvidere vil det diskuteres hvilke problemstillinger der eksistere, vedrørende den nuværende håndtering af tekstiler, særligt med fokus på eksport til ROW. Dette bunder i udgangspunktet om specialets normative kritik.

I forlængelse heraf er der udarbejdet et afsnit, med titlen - *er genbrug guld?*

Dette afsnit omhandler den øget konkurrence på genbrugsmarkedet, der er fremhævet i delanalyse 1. Hertil udpensles hvilken motivation de forskellige aktører har, for at indsamle og videresælge tekstiler. Dette gøres med en sammenkobling om selve definitionen for, hvornår tekstiler betegnes som affald eller ressourcer.

Dernæst vil der være fokus på affaldshierarkiets prioritering, med afsæt i genbrug og genanvendelse, i forhold til hvordan disse vurderes at blive prioriteret i det nye reviderede affaldshierarki. Dette leder op til en diskussion af hvordan affaldshierarkiets nuværende prioriteringer, kan være udfordrende for implementering af CØ.

Hertil vil der være en diskussion af, om genbrug kan beregnes med en substitutionsfaktor på 1-til-1. Dette gøres i forbindelse med beregninger af miljøeffekterne ved genbrug, som de er fremlagt i review (II).

Herefter vil det diskuteres, hvorvidt PSS og EPR kan anvendes, som økonomiske drivers for omstillingen fra et genbrugsmarked, til et system der ligeledes prioriterer genanvendelse (jf. scenarie (C)). Dette følges op af et afsnit, som diskuterer og vurderer de tre scenarier. Dette gøres særligt med baggrund i, hvorvidt de forventes at opnå målsætningerne

fra EU's Affaldsrammedirektiv. Kapitels sidste afsnit vil være en delkonklusion på diskussionen, med fokus på hvordan det er muligt at implementere CØ i det fremtidige håndteringsystem for tekstiler.

6.1 Definition af Cirkulær Økonomi

Cirkulær Økonomi er i specialet, anvendt som det teoretiske udgangspunkt, for en omstilling af affaldssektoren. Dog er der som påvist, mange forskellige definitioner for Cirkulær Økonomi, hvorfor det valgt at danne en definition specifikt for brugen af CØ, med henhold til recirkulering af tekstiler. Der kan hertil argumenteres for, at der er behov for yderligere hensyn til de forskelle, der ses ved tekstilfraktionen i forhold til andre affaldsfraktionerne, som skal behandles i et CØ-perspektiv. Tekstiler, i modsætning til andre affaldsfraktioner, har den ulempe, at de hurtigt nedslides (jf. Afsnit 4.4). Derfor vil det diskuteres, om der er behov for parametre, ved brugen af CØ, så disse er tilpasset de forskellige affaldsfraktioner.

Der kan argumenteres for, at genbrug af tekstiler kan anses som et levetidsforlængende led, frem for en reel recirkulering, hvor der tilbageføres ressourcer til den oprindelig værdikæde. Dette er samtidig bundet i, at genbrug ikke vurderes til at være affaldshåndtering, da det er en ressource, som behandles. Specialets definition af CØ, omhandler en kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer til den oprindelig værdikæde (jf. Afsnit 4.4), hvorfor genbrug ikke vurderes som recirkulering og opfylder dermed ikke specialets opsatte kriterier for CØ. Det må dog forventes generelt at være fordelagtigt, at oparbejde affald til en ressource, hvortil genbrug kan være at foretrække. Dog skal det, som følge af specialets CØ-definition understreges, at prioritering af genbrug ikke må medvirke til dårligere vilkår, for kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer til værdikæden. Da genbrug klassificeres som levetidsforlængelse, kan der argumenteres for, at det bør være det første step for tekstiler efter forbrug (jf. delanalyse 1). Dernæst er der så behov for en opsamling, af de nu ikke genbrugelige-fraktioner, som kan håndteres i affaldssektoren med et genanvendelsesøjemed.

Specialets CØ-definition er dog baseret på en teknologisk udvikling, særligt med henblik på kemisk genanvendelse. Det vurderes derfor, at definitionen af CØ, for tekstiler, ikke kan implementeres omgående, da kemisk genanvendelse ikke er etableret i kommerciel skala (jf. Afsnit 5.2). Ligeledes tages der ikke forbehold for, at der kan ske en øget reduktion af ressourcetrækket, ved at overføre genanvendte ressourcer til sekundære værdikæder. Dermed er der potentielt set en mulighed for, at closed-loop ikke nødvendigvis medvirker til at reducere ressourcetrækket, i højere grad end open-loop. Dog er den kontinuerlige del, medvirkende til forståelsen af at ressourcerne, efter kemisk genanvendelse og yderligere forbrugsfase, igen vil kunne indgå i en kemisk genanvendelse.

Den mekaniske genanvendelsesproces har den fordel, at den allerede er etableret i kommerciel skala. Dog er den mekanisk genanvendelse udfordret af en forkortning af fibre, hvorfor kvaliteten i produkterne vil bære præg af en downcycling (jf. Afsnit 5.2). Hermed vurderes det, at produkterne fra den mekanisk genanvendelse, vil være af lavere kvalitet, hvorfor der i et ideelt CØ-system for tekstiler, bør etableres closed-loop i den oprindelige værdikæde for at substituere virgine tekstilprodukter.

Der vil formentlig kræves en yderligere konceptualisering af begrebet CØ, hvis det skal medvirke til en reduktion af ressourcetrækket i tekstilbranchen. Dette kan gøres gennem et øget fokus på LCA-metodikker til udregning af CØ-potentialet for konkrete genanvendelsesteknologier. Disse metoder har dog store problematikker, grundet manglende data og anselige antagelser (jf. Afsnit 4.3). Det vurderes dog, at der er behov for en mere detaljeret begrebsliggørelse af CØ, for de specifikke affaldsfraktioner, da der vurderes at være så store forskelle på materialers egenskaber, at en ensidig definition skaber unuancerede rammer i forhold til den optimale håndtering af ressourcer.

6.2 Den nuværende håndtering af tekstiler

Det er hidtil blevet påvist, at størstedelen af de indsamlede tekstiler genbruges i ROW, hvorfor det er nødvendigt at anskue, hvorvidt der skal fokuseres på humanitær hjælp eller tilbageførsel af ressourcer.

På den ene side er de humanitære organisationers hovedformål at skabe velgørenhed, ud af de midler de tjener på håndteringen af genbrugstøj. De har dog ikke et hovedfokus på de ressourcemæssige aspekter ved tekstilers levetid (jf. Afsnit 5.1). Derfor er det relevant at diskutere afvejningen mellem det velgørende arbejde og håndteringen i det nuværende system, hvor ressourcer ikke tilbageføres til den oprindelige værdikæde.

På den anden side bidrager de humanitære organisationer til hjælp for mennesker i nød, hvilket kan vurderes at være et bæredygtighedsaspekt, med fokus på den sociale bæredygtighed. Dog er den hovedproblemstilling, der behandles i specialet selve ressource-trækket, der forløber ved produktion af beklædning (jf. Afsnit 4.4). Derfor leder problemstillingen, ved den nuværende håndtering af tekstiler, op til et spørgsmål om, hvorvidt der skal prioriteres humanitær hjælp, ved brug af økonomi fra tekstilressourcerne, eller ressource tilbageførsel skal prioriteres, på bekostning af humanitær hjælp. Specialet vægter CØ og tilbageførelse af ressourcer, som værende de vigtigste faktorer for håndtering af tekstiler efter forbrug. Dette kan dog medvirke til ringere markedsforhold for de nuværende private indsamlere på genbrugsmarkedet.

6.3 Er genbrug guld?

Det nuværende marked består primært af private indsamlere, som står for 90 % af indsamlingen, i Danmark. Det er påvist at der kan opstå øget konkurrence på markedet for genbrug af tekstiler i Danmark, hvor flere kommunale aktører, også er begyndt at indsamle tekstilfraktionen. Dette forventes at medføre en generelt øget indsamling af brugte tekstiler. Dog vurderes det, at der kan opstå en øget konkurrence, særligt mellem de kommunale aktører og private indsamlere. (jf. Afsnit 5.1).

Det kan udledes at de private indsamlere samt de kommunale aktører, har vidt forskellige motivation og baggrund for at indsamle tekstiler. Kommunale aktører har fokus på opnåelse af målsætningerne fra Affaldsrammedirektivet, mens velgørenhedsorganisationerne udelukkende har fokus på at skabe overskud til humanitært arbejde. Dermed har de vidt forskellige forretningsmodeller, hvor de private indsamlere driver forretning, modsat kommunerne som udelukkende må fastsætte gebyrer, til dækning af omkostninger, forbundet med affaldshåndtering (jf. Afsnit 5.1; Afsnit 4.1.4). Dette på trods af, at de opererer

på samme marked. Samtidig behandler de den samme affaldsfraktion, men den defineres forskelligt, alt afhængigt af, om tekstilerne ender hos en kommune, eller doneres til velgørenhed. Dermed er der argumenteret for, at genbrugsdefinitionen for tekstiler kan finde sig i en gråzone, mellem affald og ressourcer. Ud fra et miljømæssigt perspektiv, kan der argumenteres for at tekstiler efter forbrug, altid skal betragtes som en ressource. Dog anses de, i kommunens håndtering, som et affaldsprodukt, selvom det er en lignende tekstilfraktion, der behandles som en ressource, hos velgørenhedsorganisationerne (jf. Afsnit 5.1). Det kan derfor udledes, at der er en modstridighed mellem betragtningen af hvornår tekstiler defineres som affald, og hvordan håndteringen tekstilerne i så fald skal prioriteres.

På trods af de private indsamlere modtager ressourcer, leder det tilbage på problemstillingen om manglende indblik i ressourcetrækket. Den håndtering af tekstiler, der ses på nuværende tidspunkt, er udelukkende baseret på levetidsforlængelse (jf. Afsnit 5.1). Hvorimod en kommunal håndtering i stigende grad, vil have mulighed for at sikre større tilbageførsel af ressourcer, da kommunerne, ikke i samme grad, skal tjene på den videre-solgte fraktion. Dog ses det eksempelvis, hvordan Rødovre Kommune i et pilotprojekt, har fokus på økonomien og herved at opnå en indtægt på de genbrugelige mængder i kommunen (Rødovre Kommune, 2019: 9). Dermed er økonomien ikke uden betydning for kommunerne, da de eksempelvis skal have midler til et nyt indsamlingssystem, som kan dækkes af værdien i de genbrugelige mængder. Kommunerne har samtidig metodefrihed til at opnå målsætningerne af affaldsbekendtgørelsen og Affaldsrammedirektivet (jf. Afsnit 4.1.3), hvorfor de kan benytte indtægterne fra den genbrugelige-fraktion til et genanvendelsessystem. Dette kan medvirke til et større fokus på genanvendelse og ressourcetilbageførelse, men det afhænger af kommunernes fokus, der forventes at afspejle affaldshierarkiet.

Dermed er økonomien i genbrug altafgørende for den videre håndtering af tekstiler. Her til ses problematikker i forhold til hvordan affaldsbehandling og genbrug af tekstiler forekommer. Det leder tilbage til spørgsmålet omkring humane principper og økonomiske fordele, frem for ressourcetilbageførelse og reduktion af miljøpåvirkninger. Heraf kan der argumenteres for, at denne problemstilling er bundet i hvordan prioritering af affald, anvendes i det nuværende system, i form af affaldshierarkiet.

6.4 Affaldshierarkiet

Der er argumenteret for at, såfremt Cirkulær Økonomi, skal integreres i det nuværende system, bør prioriteringen i affaldshierarkiet ændres. Dette på baggrund af at *forberedelse med henblik på genbrug*, som har den højeste prioritering, ikke skelner mellem om genbruget foregår nationalt eller i ROW. Det er hertil påpeget, at den store eksport af genbrugelige tekstilfraktioner, er en modsætning til principperne ved Cirkulær Økonomi. Dette begrundes i at eksport af tekstiler medvirker til øget deponering i andre lande, eller i bedste fald energiudnyttelse (jf. Afsnit 5.1).

Det er dog modargumenteret af Kaj Pihl fra UFF, som ikke mener denne problemstilling er særlig relevant. I Kaj Phils optik vil eksporterede tekstiler bruges op, og hermed vil ressourcen anvendes til sit fulde (Bilag 3: [01:01:22.19]).

Dette er i et CØ-perspektiv ikke fordelagtigt, da hovedprincippet er, at ressourcer skal tilbageføres i så stor grad som muligt. Tekstilerne skal dermed repareres, eller indgå som nyt input i den oprindelige værdikæde så vidt som muligt (jf. Afsnit 4.4). Dette kan tekstilerne ikke, såfremt de eksporteres ud af landet.

Hertil er der argumenteret for, at så længe tekstilerne skal kontinuerligt tilbageføres, skal kemisk genanvendelse integreres i det nuværende system, hvor tekstilerne kan anvendes som input i nye produkter, i et closed-loop. Derfor vurderes det at være nødvendigt, med en større integrering og prioritering af genanvendelse i affaldshierarkiet. Hertil at genanvendelse opdeles efter den højest prioriterede genanvendelsesform, som i dette speciale er vurderet til at være kemisk genanvendelse, enten ved *material-* eller *feedstock recycling* (jf. Afsnit 5.2).

Endvidere vurderes det, at genbrug fortsat har en væsentlig rolle i det samlede system. Det er påvist hvor stor en betydning økonomien i de genbrugelige-fraktioner har, for at kunne skabe et rentabelt genanvendelsessystem, ved kommunal håndtering. Herudover kan der argumenteres for, at genbrug kan medvirke til at reducere affaldsmængder og mindske brugen af virgine ressourcer, hvilket antages i et LCA-perspektiv, at være miljømæssigt fordelagtigt. Dette er dog bundet på en antagelse om, at genbrug substituerer købet af virgine tekstiler 1-til-1 (jf. Afsnit 4.4).

6.5 Genbrug 1-til-1 substitueringen

Substitutionsfaktoren på 1-til-1 benyttes i LCA-analyser, som en teoretisk faktor i forhold til at udregne, de positive miljøeffekter ved genbrug af tekstiler. Som det tidligere er argumenteret for, er det muligvis ikke retvisende at benytte denne faktor, når der ses på Danmark. Dette er begrundet i en vurdering af, at et køb af genbrugeligt tøj, ikke nødvendigvis, erstatter et køb af virgine tekstilprodukter, for den enkelte forbruger (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 39). Dette uddybes yderligere af Tina Donnerborg, som påpeger at Røde Kors' kunder ikke har miljøet for øjemed, når de handler genbrugstøj (jf. Afsnit 5.1). Dog er motivet for den enkelte forbruger, svært endelig at konkludere, da der kan være forbrugere, som ønsker at gøre en forskel for miljøet, og derfor handler i genbrugsbutikker.

Det vurderes at en lav substitutionsfaktor hovedsageligt ses, når prisen for genbrugstøj er lav eller ubetydelig for forbrugeren. Derfor kan substitutionsfaktoren variere betydeligt, alt afhængigt af demografiske forhold, lande og regioner (Nordisk Ministerråd, 2016 b: 39). Der kan hermed argumenteres for, at det i lav-indkomstlande, kan være mere retvisende at regne med en substitutionsfaktor på 1-til-1, da prisen for køb af tekstiler ikke anses at være ubetydelig for forbrugerne.

Disse faktorer understreger kompleksiteten, ved beregninger af miljøeffekterne for genbrug. Grundet kompleksiteten af systemet, som tekstiler indgår i, benyttes der igennem LCA-analyser en række antagelser, som har væsentlig betydning for vurderingen af tekstilers miljøpåvirkning (jf. Afsnit 4.3). Det kan derfor være udfordrende præcis at vurdere hvilke positive miljøeffekter genbrug har.

6.6 Økonomiske *drivers* til øget genanvendelse

PSS

Et øget fokus på genanvendelse, frem for genbrug, forventes at medvirke til større omkostninger. Problematikken i et CØ-perspektiv omhandler derfor at få skabt rentabilitet i

genanvendelsen af tekstiler (jf. Scenarie (B) & (C)). Dette skyldes primært implementeringen af nye teknologier, som på nuværende tidspunkt ikke eksisterer i Danmark.

Hvorvidt det er økonomisk rentabelt at indføre PSS, kan ses fra forskellige vinkler. Ved integrering af genanvendelse kan PSS medvirke til at billiggøre tekstilgenanvendelse, hvilket ses ved en reduktion af omkostninger ved sortering. Sorteringen i fibertyper har potentialet til at billiggøres ved PSS, da det er muligt at indsamle rene fraktioner fra retailers, der har større viden om fiberindholdet af deres egne produkter. Omkostningerne forbundet med håndtering af indsamlede tekstiler for retailers, kan dermed ses som enten en omkostning eller indtjening, forbundet med afsætning til energiudnyttelse, genbrug, eller genanvendelse. De mængder, der ikke kan genbruges, vil således behandles som affald, hvorfor det må forventes, at den bærende faktor for, hvorvidt det er økonomisk rentabelt, er forholdet mellem udgifterne ved genanvendelse og energiudnyttelse (jf. scenarie (B)). Incitamentet for PSS kan dermed være bundet i et fokus på ressource-tilbageførsel, eller hvorvidt det er økonomisk fordelagtigt for retailers at genanvende de tekstiler, de får tilbage som følge af PSS. Dog kan PSS (jf. Afsnit 4.4) ikke stå alene, som økonomisk driver, hvorfor det ligeledes vil diskuteres, hvordan EPR kan medvirke til en reduktion af omkostninger ved genanvendelse af tekstiler.

EPR

Der er argumenteret for at der kan være store omkostninger forbundet ved at øge indsamling- og genanvendelsesraterne (jf. Afsnit 5.3). Hvorvidt EPR kan medvirke til at reducere omkostningerne ved håndtering af tekstiler, kan ses fra forskellige synspunkter.

Ved implementering af EPR, i et lukket nationalt system (scenarie (C)), kan der dog være en mulighed for, at kemisk genanvendte produkter, kan fungere som input i produktionen af nye produkter. Hvorvidt dette kommer til at ske, vil afhænge af værdien af de genanvendte materialer. Er værdien i de genanvendte materialer høj nok til at substituere virgine produkter, kan det være sandsynligt, at nogle tekstilproduktionsvirksomheder vil benytte genanvendte tekstiler. Hertil er der øvrige faktorer, som efterspørgsel på genanvendte materialer, og forholdet i priserne på genanvendte og virgine råvarer, der kan påvirke de økonomiske forhold for brugen af genanvendte tekstilmaterialer. Hvordan EPR

vil påvirke forholdene for tekstilhåndtering, kan både afhænge af hvordan teknologien udvikler sig, men ligeledes tariffens størrelse. Hertil hvordan, en rabat på tariffen kan opnås (jf. scenarie (C)).

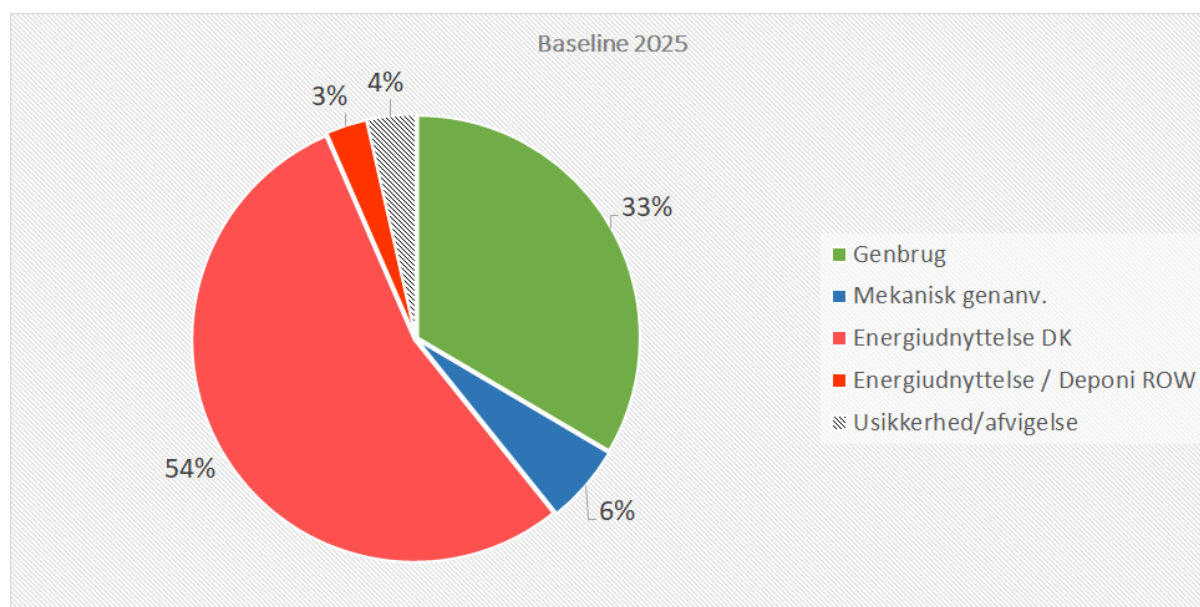
EPR vurderes derfor at kunne medvirke til at give et større incitament til at øge indsamlingsraterne, hvis retailers kan undgå at betale tariffen ved selv at implementere take-back-ordninger. Dette kan bl.a. gøres gennem take-back ordninger som PSS. Den konkrete effekt på de økonomiske forhold for tekstilhåndteringen, er ikke mulige at beregne. Dog kan det ses, at EPR kan benyttes som værktøj til at gøre det mere økonomisk fordelagtigt at prioritere affaldshierarkiet, ved at øremærke indtægterne fra tariffen til genanvendelse.

6.7 Scenarier for fremtidens håndteringssystem af tekstiler

Specialets analyse fremviste tre forskellige scenarier for håndtering af tekstiler i 2025. disse vil nu diskuteres med udgangspunkt i, hvorledes de opnår målsætningerne fra EU's Affaldsrammedirektiv. Scenarierne og deres resultater, vil diskuteres i forhold til hinanden i næstkommende afsnit 6.8.

Baseline-scenariet

Baseline-scenariet må vurderes til at være det mest prædiktive scenarie. Denne forståelse bygger på en forventning om, at opnåelse af EU's målsætninger fortsat prioriteres. Resultaterne ses som følgende:



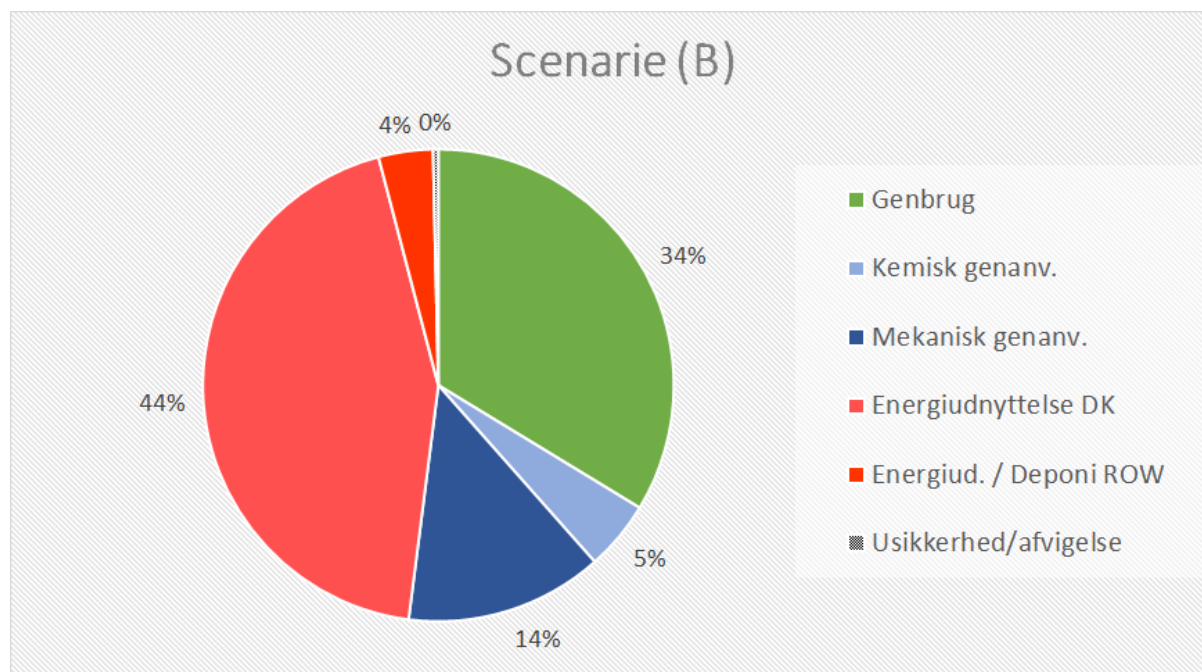
Figur 38: "Fordeling af samlet forbrug – Baseline-scenarie" (Bilag 9.2)

På den ene side kan der argumenteres for at baseline-scenariet medvirker til øget genbrug, som udgør 33 %. Genbrug er en positiv faktor, såfremt disse tekstiler kan skabe en fordel, i forhold til at reducere ressourcetrækket. På den anden side medvirker genbruget i baseline-scenarie til en væsentlig mængde af eksporterede tekstiler, som forventes at ende i de laveste led af affaldshierarkiet (jf. Afsnit 5.1). Dermed medvirker genbrug ikke til at løse problemerne med at reducere ressourcetrækket. Som følge af denne argumentation, vil baseline-scenariet dermed ikke være fordelagtigt i et CØ-perspektiv, da der ligeledes kun genanvendes 6 % af de forbrugte mængder. Hertil bliver der ikke genanvendt nogle tekstiler kemisk, og der herved ikke mulighed for at danne closed-loop i baseline-scenariet.

Ved baseline-scenariet vil målsætningerne omkring separat indsamling af tekstiler fra affaldsfraktionen, dermed ikke opnås. Af de indsamlede mængder vil ca. 40 % udgøre målsætningerne om *genanvendelse og forberedelse med henblik på genbrug*, hvilket ligeledes ikke opfylder målsætningerne fra EU på minimum 55 % i 2025 (jf. Afsnit 4.1.2; jf. baseline-scenarie). Derfor vil baseline-scenariet ligeledes ikke medvirke til en kontinuerlig tilbageførelse af ressourcer til værdikæden. Det vurderes derfor problematisk, at en fremskrivning af det nuværende system, ikke opnår målsætningerne.

Scenarie (B)

I dette scenarie ses i en forøget udvikling af genanvendelse, samt en øget kommunal indsamling af tekstiler. Den kemiske genanvendelse i dette scenarie (B), udgør 5 % af de samlede mængder. Hertil stiger den mekaniske genanvendelse fra 6 % til 14 % af det samlede forbrug i forhold til baseline-scenariet. Der ses desuden en forøgelse af de genbrugte mængder fra 33 % til 34 %.



Figur 39: "Fordeling af samlet forbrug – Scenarie (B)" (Bilag 9.3)

Dette scenarie (B) baseres dog på en forventet teknologisk udvikling, i form af kemisk genanvendelse. Desuden kræver dette scenarie ligeledes en teknologiudvikling for mekanisk genanvendelse, idet kun 28 % af det samlede genanvendelige input, tilgår kemisk. Derfor vil 72 % af de sorterede tekstiler skulle mekanisk genanvendes. Derfor kan det diskuteres, hvordan denne udvikling skal faciliteres.

Det kan enten være en mulighed at genanvendelsesteknologiernes udvikling, bæres af markedskræfter. Er dette ikke rentabelt, vil der forventes at skulle forekomme en økonomisk støtte til udviklingen. Det kan endvidere påpeges at de mængder, der i dette scenarie (B) tilgår genanvendelse, har en lav værdi, svarende til 0,69 DKK/kg (Bilag 9.3). Derfor kræves nogle økonomiske virkemidler for at scenariet kan realiseres. I teorien vil det dog være muligt at sælge den genanvendte fraktion til 6 DKK/kg (jf. Afsnit 5.2). Hermed vil

den beregnede margin (5,31 DKK/kg) skulle dække de omkostninger, forbundet med etablering, drift og transport for kemisk eller mekanisk genanvendelse, som dog ikke er medregnet. Hertil er det fortsat nødvendigt at implementere fibersortering, i form af en yderligere investering i nir-scannere.

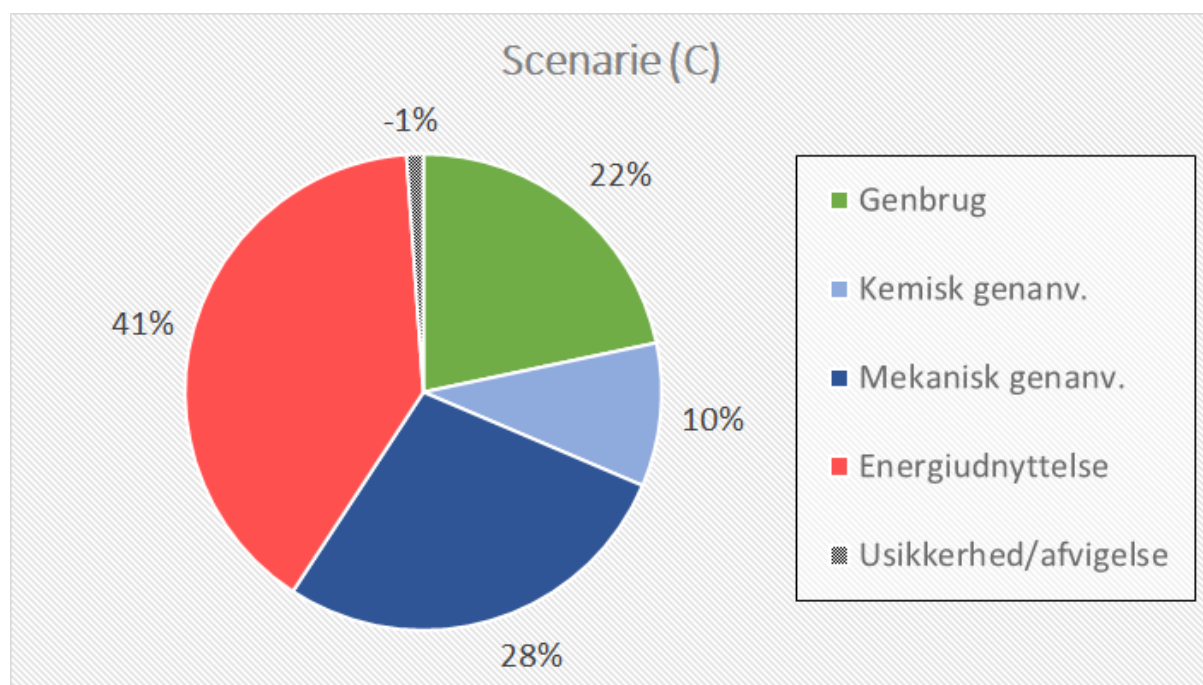
En økonomisk støtte skal dermed medvirke til at værdien for genanvendelse vil være tilsvarende værdien for de genbrugelige fraktioner. Ved dette speciales argumentation, bør det være mere fordelagtigt at recirkulere ressourcerne i et CØ-perspektiv, hvorfor en sådan støtte vil basere sig på en argumentation om at prioritere CØ-principper og genanvendelse, frem for energiudnyttelse.

Det er vurderet at det ikke er muligt at opnå målsætningerne fra Affaldsrammedirektivet, ved baseline-scenariet. Dette scenarie (B) vil ikke muliggøre en opnåelse af målsætningerne ved en samlet genbrugs- og genanvendelsesrate på 53 %. Dog er denne rate meget nærliggende med målsætninger på 55 %. Måden hvorpå at disse rater er stigende, ses ved at der benyttes genbrugsegnete tekstiler, af den dårligste kvalitet (*2nd grade*), som input til genanvendelse. Det vil medvirke til en øget recirkulering og tilbageførelse af ressourcer gennem closed- og open-loop.

Scenarie (C)

I dette scenarie ses en øget indsamlingsrate på lige fod med scenarie (B).

Genbrugsraterne falder fra 34 til 22 %, mens den kemiske genanvendelse øges fra 5 % til 10 %. Hertil ses der en øget mekanisk genanvendelse på 28 % fra 14 % i Scenarie (B). Dermed vil der samlet set, genbruges og genanvendes 62 % af de forbrugte tekstiler.



Figur 40: "Fordeling af samlet forbrug – Scenarie (C)" (Bilag 9.4)

Det er derfor muligt at opnå EU's målsætninger som følge af scenarie (C).

I dette scenarie (C), ses de største problematikker og fordele, som følge af en mere radikal ændring af lovgivningen for hvem og hvor, der må indsamles tekstiler. I scenariet bliver indsamlingen af genbrugstøj, mindre liberalt, hvor de private indsamlere, forventes at få en langt mindre andel af markedet. Dog er det muligt for de private indsamlere at byde ind på de genbrugelige mængder som er kommunalt indsamlet, gennem et udbud. Den klare fordel ses i en ensretning af affaldsstrømme og en langt klarere definition af hvornår tekstiler kan betegnes som affald.

Det nationale lukkede system har sin ulempe i at tekstiler, der ellers ville kunne genbruges ved eksport, ikke kan genbruges i Danmark, grundet højere krav til kvalitet (Bilag 2:

[00:02:59.27). Dermed er mulighederne for at reducere affald lavere, mens der ses et forøget potentiale for tilbageførelse af ressourcer. Tilbageførelsen, i dette scenarie (C), er betinget af kemisk genanvendelse. Problematikkerne ved de økonomiske forhold for kemisk genanvendelse er stort set identiske med scenarie (B). I dette scenarie vil større mængder af højere genbrugskvalitet, dog indgå. Derfor kan det ses som en nødvendighed at implementere EPR. Hertil kan der skabes yderligere incitament for retailers til at benytte PSS. Hvordan EPR konkret vil kunne påvirke indsamlingsraterne er ikke påvist, men det er muligt at tillægge en økonomisk fordel til genanvendelse, ved at øremærke en afgift på solgte beklædningsgenstande, til genanvendelse.

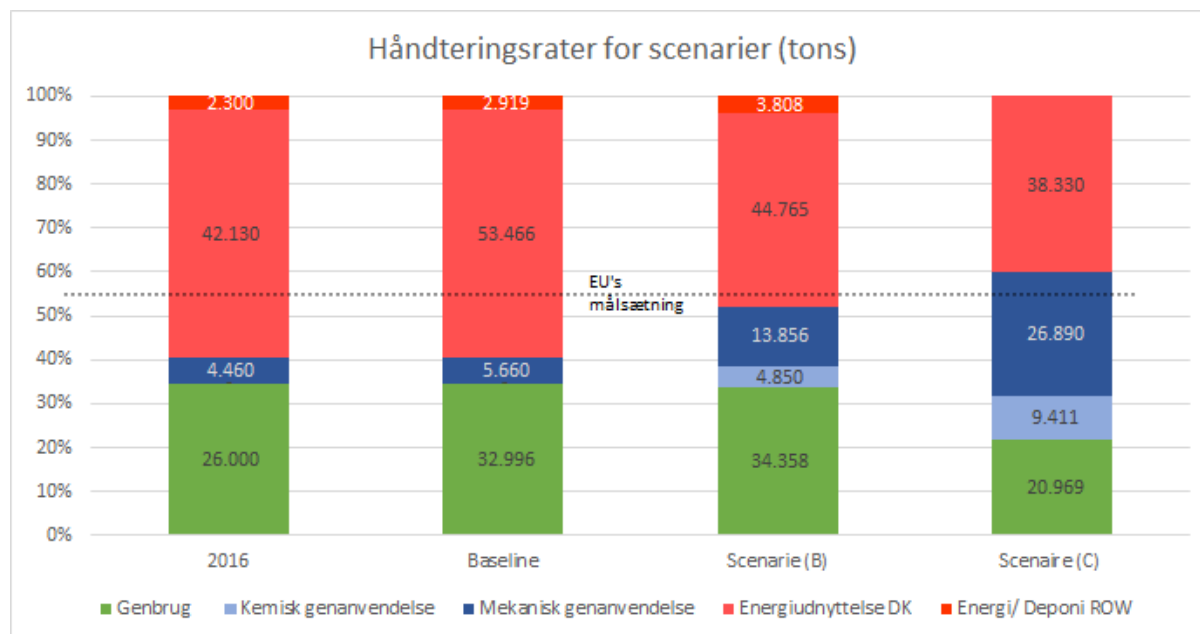
Hertil kan det diskuteres hvorledes en udbudsordning, baseret på de genbrugelige mængder, som bliver indsamlet kommunalt, vil have den ønskede effekt. Dette scenarie (C) baseres på en forventning om at øget recirkulering er fordelagtigt frem for eksport af genbrug, hvor ressourcerne fjernes fra Danmark. Hvorvidt dette er fordelagtigt, omhandler det synspunkt, der fastlægges i planlægningen af affaldsbehandlingen.

Ved en afvigelse af det nuværende affaldshierarki, mod det fremviste i scenarie (C), er der mulighed for at facilitere en tekstilhåndtering i et CØ-perspektiv. Hertil må der forventes at skulle implementere økonomiske drivers, der kan gøre det mere fordelagtigt at genanvende, frem for at eksportere tekstiler til genbrug. Modargumentationerne ved dette, bygger på det nuværende affaldshierarki og en forståelse som bl.a. kommer fra UFF, om at alt, der kan blive genbrugt, skal genbruges (jf. Afsnit 5.1).

Dermed ledes diskussionen tilbage på forholdet mellem genbrug ved eksport og affaldshierarkiet. Ved det nuværende affaldshierarki ses det at genbrug kan medvirke til en reducerende effekt på ressourcetrækket, som følge af genbrug, mens genanvendelse tilbagefører ressourcer til værdikæden. Ved et lukket nationalt system uden eksport, vil det være muligt at fastlægge hvor ressourcerne ender, og i højere grad prioritere affaldshierarkiet, samtidig med at målsætningerne fra EU's Affaldsrammedirektiv imødeses.

6.8 Opsummering af scenarier

Der er i diskussionskapitlet blevet diskuteret de forskellige fremførte scenarier, hvor der har været fokus på deres fordele og ulemper. Dette afsnit vil samle op på det forskellige scenarier og diskutere dem i forhold til hinanden.



Figur 41: "Oversigt over samlede håndteringsrater for scenarie" (Bilag 9.5)

Som det fremgår af baseline-scenariet, blev det vurderet at det ikke var muligt at opnå målsætningerne fra EU, angående forberedelse med henblik på genbrug på 55 % i 2025. Scenarie (B) viste en samlet rate på 53 % hvilket skal understreges at være tilgrænsende med målsætninger. Dog viste scenarie (C), at det var muligt at opnå målsætningerne, ved at implementerer nye indsamlingsordninger, samt virkemidlerne EPR og PSS. Hertil blev det vurderet i scenarie (C), at et lukket nationalt system, både kan opnå målsætningerne fra EU, samt have fokus på ressourcetilbageførsel. Dog er scenarie (B) & (C), af idealistisk karakter, hvilket har stor indvirkning på de systemiske forhold, samt de eksisterende aktører på markedet. I kraft af en omstilling af håndteringssystemerne, som det fremgår af (B) & (C), vil det have betydning for de eksisterende private indsamlere og deres arbejde. De humanitære organisationer, vil i kraft af scenarie (B) & (C), have en mindre andel af genbrugsmarkedet. En privat virksomhed som Trasborg, vil i samme omgang, skulle have langt mindre fokus på indsamle og sortere, da mængderne erhverves gennem udbudsordningen.

Denne diskussion vender tilbage til spørgsmålet om, hvilken prioritering, der arbejdes med. I kraft af specialets fokus på CØ, har tilbageførslen af ressourcer den overskyggende betydning, hvilket gør at eksempelvis humanitært arbejde i denne optik nedprioriteres. I forlængelse af dette kan affaldshierarkiets nuværende prioriteringer, ses som værende en hindring for at etablere et håndteringssystem for tekstiler, der fokuserer på genanvendelse, som den eneste mulighed for recirkulering af ressourcer.

Selvom håndteringssystemet for tekstiler er baseret på Affaldsrammedirektivet og affaldshierarkiet, der bunder i CØ-principper, medvirker det nuværende system ikke til konceptualiseringen af CØ fra dette speciale, omkring *tilbageførelse af ressourcer til den oprindelige værdikæde*. Derfor er prioriteringen af aktørernes rolle i håndteringen af tekstiler særligt relevant. Både for at opnå målsætningerne fra Affaldsrammedirektivet, men særligt i forhold til implementering af CØ og det dertilhørende fokus på kontinuerlig tilbageførelse af ressourcer.

Konklusion

Konklusionen vil besvare specialets problemformulering:

Hvordan er det muligt at øge recirkuleringen af tekstiler ved implementering af Cirkulær Økonomi, og hvilke hindringer eksisterer i den nuværende danske håndtering af tekstiler, for opnåelse af dette?

For at besvare hvordan det er muligt at øge recirkulering af tekstiler ved implementering af CØ, er der i specialet, foretaget review (I) omhandlende miljøeffekter ved tekstilers livscyklus. Her blev det påvist hvordan, der ses store miljømæssige problematikker, særligt ved vandforsuring, kemikalieforbrug og næringsstoffer, samt drivhusgasudledning. Hertil har det været udfordrende at vurdere den eksakte størrelser af miljøeffekterne, som følge af anseelige forskelle i LCA-analysers antagelser omkring tekstilers ophav og forbrugsmønstre.

Hertil er det påvist af review (II), hvordan der hersker flere forskellige definitioner af Cirkulær Økonomi. Disse ansås for brede til at anvende inden for tekstilhåndtering, hvorfor det konkluderes at der er behov for en mere detaljeret begrebsliggørelse af Cirkulær Økonomi, for de specifikke affaldsfraktioner. Derfor er der skabt en specifik definition og hermed konceptualisering af Cirkulær Økonomi for tekstiler, med baggrund i den nyeste viden om Cirkulær Økonomi og miljøeffekter ved tekstilers livscyklus. Definitionen for Cirkulær Økonomi med recirkulering af tekstiler, lyder derfor således: En kontinuerlig tilbageførsel af ressourcer til den oprindelige værdikæde, der medvirker til substitution i forbruget af virgine ressourcer.

Hertil er denne konceptualisering af Cirkulær Økonomi benyttet til at fastlægge, hindringer ved den nuværende danske håndtering af tekstiler.

I det nuværende håndteringssystem kan det konkluderes, at der eksisterer et velfungerende marked for genbrug i Danmark. Dette baseres på en række private indsamlere, der dog vurderes ikke at fokusere på ressourcetrækket, og samtidig eksporterer en væsentlig mængde genbrugelige tekstiler. Genbrug kan i det nuværende system, medvirke til substitution af virgine ressourcer, men ikke tilbageføre dem til den oprindelige værdikæde. Det kan derfor af delanalyse 1 konkluderes, at implementering af Cirkulær Økonomi for

tekstiler er nødvendig, for at øge recirkuleringen af ressourcer. Dette indebærer en implementering og udvikling af kemiske genanvendelsesteknologier.

På nuværende tidspunkt eksisterer mekanisk genanvendelse, som en mulighed for recirkulering af ressourcer til sekundære værdikæder. Dette ses dog som følge af review (II), at medføre et open-loop, der ikke bidrager til at tilbageføre ressourcer til den oprindelige værdikæde. Dog vurderes mekanisk genanvendelse at være mere fordelagtig end energiudnyttelse, i et Cirkulær Økonomi-perspektiv.

Kemisk genanvendelse er optimalt i et Cirkulær Økonomi-perspektiv, da det kan skabe closed-loop. På den måde kan tekstilressourcerne tilbageføres til den oprindelige værdikæde. De kemiske genanvendelsesteknologier kræver dog udvikling, hertil er det en nødvendighed at implementere sorteringsteknologi, som kan detektere fibertyper. Denne udvikling kan muligvis faciliteres, ved brug af udvidet producentansvar, som økonomisk driver.

Der er udarbejdet tre forskellige scenarier for håndteringen af brugte tekstiler i 2025. Disse er baseret på en fremskrivning af forbruget for tekstiler på 2,8 % årligt. Det prædiktive baseline-scenarie konkluderes til, hverken at kunne opnå EU's målsætninger om øget genbrug og genanvendelse, eller sikre tilbageførsel af ressourcer til den oprindelige værdikæde.

Af de eksplorative scenarier (B) og (C), udledes det, at det er muligt at øge recirkuleringen af forbrugte tekstiler, på henholdsvis 5 % og 10 %, ved en integrering af kemisk genanvendelse. Ved at lukke det nationale system, vil der være bedre muligheder for at opnå målsætningerne og hierarkisk opdele prioriteringen af affald i et CØ-perspektiv. Det medfører dog, at en væsentlig mængde tekstiler fra genbrugssystemet i stedet, bliver genanvendt. Dette bevirker til en øget recirkulering, set i forhold til baseline-scenariet, men påviser samtidig at affaldshierarkiet er den største hindring, for implementering af Cirkulær Økonomi ved tekstilhåndteringen.

Affaldshierarkiet er ikke i overensstemmelse med den håndtering, der ses af tekstiler i det nuværende system. Dette er begrundet i, at eksport af genbrug, medfører dårligere

potentialer for tilbageførelse af ressourcer (jf. Afsnit 5.1). Med baggrund i dette, er der udarbejdet et revideret affaldshierarki.

Det reviderede affaldshierarki beskriver, hvordan det er nødvendigt at prioritere kemisk over mekanisk genanvendelse. Hertil er det essentielt at forholde sig til genbrug ved eksport. Ved udelukkende at prioritere nationalt genbrug over kemisk genanvendelse, kan rammerne skabes for integrering af Cirkulær Økonomi (jf. scenarie (C)). Baggrunden for dette, bygger på en forståelse om at genbrug af tekstiler, ikke ses som en affaldshåndtering. Det konkluderes at genbrug altid skal betragtes som en ressource uanset, hvilke aktører, der håndterer de genbrugelige fraktioner. Genbrug anses som et levetidsforlængende led, hvorfor genbrugte tekstiler, efter endnu en forbrugsfase, kan ende som affald. Derfor er genbrug og forberedelse med henblik på genbrug ikke slutpunktet for tekstilers levetid. Hertil kan prioriteringerne i det nuværende affaldshierarki medvirke til at flytte genbrugsegne tekstiler til de nederste niveauer, såfremt de eksporteres til lande med affaldshåndteringssystemer, hvor tekstilerne kan ende som deponi.

Ved en prioritering af det reviderede affaldshierarki, vil håndteringen af tekstiler prioriteres således, at genbrug ikke medvirker til en nedprioritering af genanvendelse. Det betyder at alle tekstiler, der kan genbruges nationalt, bliver genbrugt. Hertil at alle tekstiler, der ikke kan genbruges, bliver kemisk genanvendt i et closed-loop. Endvidere vil de tekstiler, der ikke kan genanvendes kemisk, blive shredded og genanvendt mekanisk, til andre produkter i et open-loop. De resterende mængder, der ikke kan genanvendes, vil enten kunne eksporteres som genbrug, eller blive energiudnyttet nationalt.

Det konkluderes at det er muligt at øge recirkuleringen af tekstiler, ved implementering af Cirkulær Økonomi. Der skal derfor fokuseres på en kontinuerlig tilbageførelse af ressourcer til den oprindelige værdikæde, der medvirker til substitution i forbruget af virgine ressourcer. Dette kan gøres gennem kemisk genanvendelse, som medvirker til at etablere closed-loop for tekstiler.

Der eksisterer en række hindringer i den nuværende danske håndtering af tekstiler, som primært konkluderes at bunde i prioriteringen i affaldshierarkiet. Dette medvirker samtidig til et manglende fokus på ressourcetilbageførelse, som yderligere ses hos de private

indsamlere. Det er derfor nødvendigt at de aktører, der skal håndtere tekstiler i fremtidens affaldssystem, benytter det reviderede affaldshierarki. Hvorefter genbrug nationalt prioriteres, frem for genanvendelse, men genanvendelse vurderes at være mere fordelagtigt end eksport af genbrugelige fraktioner. Hermed prioriteres ressourcetilbageførsel og levetidsforlængelse i større omfang, samtidig med at energiudnyttelse og deponi reduceres.

Perspektivering

Denne perspektivering har til formål at diskutere konklusionens begrænsninger, samt hvilke parametre, der ville have været interessante at arbejde videre med.

Det er som fremlagt vurderet at de private aktører, der primært står for håndteringen af brugte tekstiler i dag, ikke har et hovedfokus på ressourcetilbageførelse. De private aktører har, i langt højere grad, fokus på at opnå en økonomisk gevinst, der kan bidrage til humanitær hjælp. Konklusionen er dermed begrænset af, at det ikke har været muligt at foretage økonomiske beregninger af potentialerne for implementering af Cirkulær Økonomi.

Det ses særligt at genbrug ved eksport, medvirker til at hjælpe mennesker i nød, samtidig medfører dette, at ressourcerne i større grad tabes. Det kan dog udledes, at de private aktører arbejder med bæredygtighed, særligt den sociale bæredygtighed. Dette har en væsentlig betydning for samfundet og de humanitære organisationer udfører derfor et betydningsfuldt arbejde. Der kan dog stilles spørgsmålstejn ved, hvorfor de anvender forbrugte tekstiler til at hjælpe mennesker i nød. Dette er ikke ensbetydende med at den ressourcemæssige betragtning er bedre, end den humanitære, men der forventes at skulle stilles spørgsmålstejn ved i hvilket øjemed, tekstilerne skal håndteres i fremtiden.

I en større helhed virker affaldshåndteringen af tekstiler, til at være et af de mindst vigtige fokusområder. Problematikkerne i andre dele af værdikæden omhandler særligt store sociale bæredygtighedskonsekvenser, der ses ved tekstilproduktion. Hertil hvordan det øgede forbrug på nuværende tidspunkt, har en markant påvirkning på både mennesker og miljø. Danmark har som udgangspunkt, en lille rolle for den samlede påvirkning, særligt da der stort set ikke produceres tekstiler i landet. Hertil kan der stilles spørgsmålstejn ved hvor indflydelsesrig en omstilling mod CØ vil have, hvis den kun forekommer i Danmark.

Specialets hovedfokus omhandler ressourcetilbageførelse. Det står dog klart at en affaldshåndtering ikke kan stå alene, i forhold til at skabe de nødvendige closed-loop. Fast fashion berøres kun perifert i specialet. Dog er denne forretningsmodel for tekstilbranchen

medvirkende til et øget forbrug, samtidig med at det forventes at tekstiler generelt bliver produceret af dårligere kvalitet. Derfor er det ikke blot nødvendigt at arbejde med affaldshåndteringen og dermed forsøge at genanvende problemerne ved fast fashion væk, det er ligeledes væsentligt at have fokus på en reduktion af forbruget.

Litteraturliste

- Affaldsbekendtgørelsen (2018). Bekendtgørelse om affald. BEK nr 224 af 08/03/2019. Fundet på: <https://www.retsinformatio.dk/Forms/R0710.aspx?id=207367#id2121544b-d97f-4aef-904c-fdb606ab3346>
- Affaldsrammedirektivet (2018). EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV (EU) 2018/851 af 30. Maj 2018 om ændring af direktiv 2008/98/EF om affald.
- Agrawal, P., Hermes, A., Bapeer, S., Luiken, A., Bouwhuis, G., & Brinks, G. (2017, October). Towards reinforcement solutions for urban fibre/fabric waste using bio-based biodegradable resins. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 254, No. 19, p. 192001). IOP Publishing.
- Alhola, K., Ryding, S. O., Salmenperä, H., & Busch, N. J. (2019). Exploiting the potential of public procurement: Opportunities for circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 96-109.
- Andersen, P. D., & Rasmussen, B. (2014). Introduction to foresight and foresight processes in practice: Note for the PhD course Strategic Foresight in Engineering. Department of Management Engineering, Technical University of Denmark.
- Baruque-Ramos, J., Amaral, M. C., Laktim, M. C., Santos, H. N., Araujo, F. B., & Zonatti, W. F. (2017, October). Social and economic importance of textile reuse and recycling in Brazil. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 254, No. 19, p. 192003). IOP Publishing.
- Bukhari, M. A., Carrasco-Gallego, R., & Ponce-Cueto, E. (2018). Developing a national programme for textiles and clothing recovery. *Waste Management & Research*, 36(4), 321-331.
- Convert, (u.å. a). *What we do*. Besøgt d. 23. 05. 2019. Fundet på: <https://convert.as/what-we-do/>
- Convert, (u.å. b). *Convert – every fiber matters*. Besøgt d. 23. 05. 2019. Fundet på: <https://convert.as/>

- Corfee-Morlot, J., Kamal-Chaoui, L., Donovan, M. G., Cochran, I., Robert, A., & Teasdale, P. J. (2009). Cities, climate change and multilevel governance.
- Den Europæiske Union (u.å.). *Forordninger, direktiver og andre retsakter*. Den Europæiske Union. Besøgt d. 28. 05. 2019. Fundet på: https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_da#direktiver
- ERPS (2019). Environmental impact of the textiles and clothing industry – what costumers need to know. Fundet på: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/633143/EPRS_BRI\(2019\)633143_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/633143/EPRS_BRI(2019)633143_EN.pdf)
- Europa-Kommissionen (2014). "Environmental Improvement Potential of textiles (IMPRO Textiles) Udgivet: Januar 2014. *Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies (IPTS)*.
- Europa-Kommissionen (2016). *Waste Management Hierarchy*. Besøgt d. 14. 04. 2019. Fundet på: http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/?fbclid=IwAR3PBy-VHLn7lZ9vBo_cPakWU9cUOrYwH5Pk1BKRmbmttHpJnVb_RFkQ54bw
- Europa-Kommissionen (2019): Rapport fra Kommissionen til Europa-Parlamentet, Rådet, Det Europæiske Økonomiske og Sociale Udvalg og Regionsudvalg: om gennemførelse af handlingsplanen for den cirkulære økonomi. Udgivet af Europa-Kommissionen 2019. http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- Eurostat (2018). "Greenhouse gas emission statistics – emission inventories" Udgivet: Juni 2018, Eurostat. Besøgt d. 19. 04. 2019. Fundet på: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1180.pdf>
- Frederiksen, M. (2015). Mixed methods-forskning. In *Kvalitative Metoder* (pp. 197-216). Hans Reitzels Forlag.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy–A new sustainability paradigm?. *Journal of cleaner production*, 143, 757-768.

- Gereffi, G., & Memedovic, O. (2003). *The global apparel value chain: What prospects for upgrading by developing countries* (pp. 1-40). Vienna: United Nations Industrial Development Organization.
- Han, S. L., Chan, P. Y., Venkatraman, P., Apeageyi, P., Cassidy, T., & Tyler, D. J. (2017). Standard vs. upcycled fashion design and production. *Fashion Practice*, 9(1), 69-94.
- Horten (2017). *Må kommuner være medejere af socialøkonomiske virksomheder?* Udgivet 25. april 2017. Besøgt d. 9. 3. 2019. Fundet på: https://www.horten.dk/Nyhedsliste/2017/April/Maa-kommuner-vaere-medejere-af-socialoekonomiske-virksomheder?fbclid=IwAR1_OC8J1KYXr_wI2imkDI2TrhXMeLXyB9bQkVuAT8kDeCyjnkNqdSrpeqY
- Hu, Y., Du, C., Pensupa, N., & Lin, C. S. K. (2018). Optimisation of fungal cellulase production from textile waste using experimental design. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 133-142.
- Kalmykova, Y., Rosado, L., & Patrício, J. (2016). Resource consumption drivers and pathways to reduction: economy, policy and lifestyle impact on material flows at the national and urban scale. *Journal of Cleaner Production*, 132, 70-80.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.
- Koligkioni, A., Parajuly, K., Sørensen, B. L., & Cimpan, C. (2018). Environmental assessment of end-of-life textiles in Denmark. *Procedia CIRP*, 69(1), 962-967.
- Landi, D., Gigli, S., Germani, M., & Marconi, M. (2018). Investigating the feasibility of a reuse scenario for textile fibres recovered from end-of-life tyres. *Waste Management*, 75, 187-204
- Leal Filho, W., Ellams, D., Han, S., Tyler, D., Boiten, V., Paco, A., ... & Balogun, A. L. (2019). A review of the socio-economic advantages of textile recycling. *Journal of Cleaner Product*

- Leon, A. L., Potop, G. L., Hristian, L., & Manea, L. R. (2016, August). Efficient technical solution for recycling textile materials by manufacturing nonwoven geotextiles. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 145, No. 2, p. 022022). IOP Publishing.
- Li, H., Bao, W., Xiu, C., Zhang, Y., & Xu, H. (2010). Energy conservation and circular economy in China's process industries. *Energy*, 35(11), 4273-4281.
- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy, economic and business rationale for an accelerated transition. *Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK*.
- MacArthur, E. (2017). Economy, A. N. T. Redesigning Fashion's Future. *Ellen MacArthur Foundation*.
- Miljøbeskyttelsesloven (2018). Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse. LBK nr 1121 af 03/09/2018. Fundet på: <https://www.retsinformat.dk/forms/R0710.aspx?id=202837#id8556e37b-73ad-431c-ad52-19738bd8ea47>
- Miljøstyrelsen (2014). Mindre affald og mere genanvendelse i tekstilbranchen – Idéer fra aktørerne på tekstilområdet. Undgå affald, stop spild nr. 03, 2014. Udgivet: 2014, Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelsen (2018). Kortlægning af tekstilflows i Danmark. Udgivet: Juni 2018, Miljøstyrelsen.
- Mo, H., Wen, Z., & Chen, J. (2009). China's recyclable resources recycling system and policy: A case study in Suzhou. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(7), 409-419.
- Moorhouse, D., & Moorhouse, D. (2017). Sustainable design: circular economy in fashion and textiles. *The Design Journal*, 20(sup1), S1948-S1959.
- Nelles, M., Grünes, J., & Morscheck, G. (2016). Waste management in Germany—development to a sustainable circular economy?. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 6-14.
- Nielsen, H. K. (2006). Kultur-og samfundskritikkens aktualitet, i Nielsen. *Henrik Kaare & Horn, Finn: Kritik som deltagelse, Forlaget Klim, Aarhus*. 11-32.

- Nordisk Ministerråd (2016 a). Exports of Nordic used textiles: fate, benefits and impacts. TemaNord 2016. Udgivet af Nordisk Ministerråd 2016.
- Nordisk Ministerråd (2016 b). Gaining benefits from discarded textiles: LCA of different treatment pathways. TemaNord 2016. Udgivet af Nordisk Ministerråd 2016.
- Norris, L. (2019). Urban prototypes: Growing local circular cloth economies. *Business History*, 61(1), 205-224.
- NW-Europe, (2019): "Bringing the fiber sort technology to the market". Fundet på: <http://www.nweurope.eu/projects/project-search/bringing-the-fibersort-technology-to-the-market/>
- Pfister, S., Koehler, A., & Hellweg, S. (2009). Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. *Environmental science & technology*, 43(11), 4098-4104.
- Piribauer, B., & Bartl, A. (2019). Textile recycling processes, state of the art and current developments: A mini review. *Waste Management & Research*, 37(2), 112-119.
- Preston, F. (2012). A global redesign?: Shaping the circular economy. London: Chatham House.
- Quartinello, F., Vajnhandl, S., Volmajer Valh, J., Farmer, T. J., Vončina, B., Lobnik, A., ... & Guebitz, G. M. (2017). Synergistic chemo-enzymatic hydrolysis of poly (ethylene terephthalate) from textile waste. *Microbial biotechnology*, 10(6), 1376-1383.
- Quartinello, F., Vecchiato, S., Weinberger, S., Kremenser, K., Skopek, L., Pellis, A., & Guebitz, G. (2018). Highly Selective Enzymatic Recovery of Building Blocks from Wool-Cotton-Polyester Textile Waste Blends. *Polymers*, 10(10), 1107.
- Ragazzi, M., Fedrizzi, S., Rada, E. C., Ionescu, G., Ciudin, R., & Cioca, L. I. (2017). Experiencing Urban Mining in an Italian Municipality towards a Circular Economy vision. *Energy Procedia*, 119, 192-200.

- Ravn-Pedersen & Rahbek (2017). "Ubæredygtig mode so last year" Udgivet 29. Maj. Fundet på: <https://verdensbedstenyheder.dk/nyheder/ubaeredygtig-mode-so-last-year/>
- Rambøll (2004). 100 år med affaldsforbrænding i Danmark: Fra forbrændingsanstalter til højteknologiske energiværker. Udgivet af Babcock & Wilcox Vølund og Rambøll 2004.
- re:newcell, (2019 a). *about us*. Besøgt d. 21. 03. 2019. Fundet på: <https://renewcell.com/about-us/>
- re:newcell, (2019 b). *We have closed the loop*. Besøgt d. 21. 03. 2019. Fundet på: <https://renewcell.com/>
- REACH, (2006). EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS FORORDNING (EF) Nr. 1907/2006 af 18. december 2006. Fundet på: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1907/oj/dan>
- Regeringen (2015). Danmark uden affald II – Strategi for affaldsforebyggelse. Udgivet af Regeringen 2015.
- Røde Kors (u.å.). *Fakta om genbrug*. Besøg d. 21. 03. 2019. Fundet på: <https://www.rodekors.dk/genbrug/fakta-om-genbrug>
- Rødovre Kommune (2019). Evaluering af forsøg med indsamling af tøj og sko i Rødovre Kommune. Udgivet af Rødovre Kommune 2019.
- Roos, S., Posner, S., Jönsson, C., & Peters, G. M. (2015). Is unbleached cotton better than bleached? Exploring the limits of life-cycle assessment in the textile sector. *Clothing and Textiles Research Journal*, 33(4), 231-247
- Sandin, G., & Peters, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling– A review. *Journal of cleaner production*, 184, 353-365.
- Sandin, G., Peters, G. M., & Svanström, M. (2013). Moving down the cause-effect chain of water and land use impacts: an LCA case study of textile fibres. *Resources, Conservation and Recycling*, 73, 104-113.

- Schut, E., Crielaard, M., & Mesman, M. (2015). Circular economy in the Dutch construction sector: A perspective for the market and government.
- Shen, L., Worrell, E., & Patel, M. K. (2010). Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(2), 260-274.
- Stål, H. I., & Jansson, J. (2017). Sustainable consumption and value propositions: Exploring product-service system practices among Swedish fashion firms. *Sustainable Development*, 25(6), 546-558.
- Statistikbanken, (2019 a): "FU03 Forbrug efter forbrugsgruppe, husstand og prisenhed" (03.1 - gennemsnitshusstand, faste priser, 2001-2017) <https://www.statistikbanken.dk/10082>
- Statistikbanken, (2019 b): "Pris111 Forbrugerprisindex - beklædningstekstiler" (03.1.1 - gennemsnit pr. husholdning 2001-2017) <https://www.statistikbanken.dk/10072>
- Tanggaard, L., & Brinkmann, S. (2015). Interviewet: Samtalen som forskningsmetode. In *Kvalitative metoder* (pp. 29-53). Hans Reitzels Forlag.
- Tojo, N. et al. (2012). Prevention of Textile Waste: Material flows of textiles in three Nordic countries and suggestions on policy instruments. Nordic council of ministers.
- Trاسبorg (u.å.). *Genbrug af tøj i Danmark*. Besøgt 31. 03. 2019. Fundet på: <https://trasborg.dk/genbrug-af-toej-danmark/>
- UFF (u.å. a). *Tøjets vej*. Fundet på: <https://www.uff.dk/tojets-vej/tojets-vej>
- UFF (u.å. b). *Tøj og tekstilindsamling*. Fundet på: <https://www.uff.dk/toj-og-tekstilindsamling/toj-og-tekstilindsamling>
- van der Velden, N. M., Patel, M. K., & Vogtländer, J. G. (2014). LCA benchmarking study on textiles made of cotton, polyester, nylon, acryl, or elastane. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(2), 331-356.

- Vats, S. (2015). Upcycling of hospital textiles into fashionable garments.
- Valtechgroup (u.å.). *Fibersort*. Besøgt d. 11. 03. 2019. Fundet på: <https://www.valtechgroup.eu/en/projects/fibre-type-the-future-for-fabric-recycling?fbclid=IwAR1GhzsbkhDrIyhing8kgvqzFmrxxs9XVpRG-biH7qG457ekPsHBWc1dfsY>
- Vecchiato, S., Skopek, L., Jankova, S., Pellis, A., Ipsmiller, W., Aldrian, A., ... & Guebitz, G. M. (2017). Enzymatic recycling of high-value phosphor flame-retardant pigment and glucose from rayon fibers. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(2), 2386-2394.
- Vehmas, K., Raudaskoski, A., Heikkilä, P., Harlin, A., & Mensonen, A. (2018). Consumer attitudes and communication in circular fashion. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 22(3), 286-300.
- Vestforbrændingen, (2019). *Takster*. Fundet på: <https://www.vestfor.dk/erhverv/af-fald-til-forbraending/takster/>
- WRAP (2012 a): Review of Data on Embodied Water in Clothing Summary Report. Udgivet 10 juli 2012, URS for WRAP
- WRAP (2012 b): A Carbon Footprint for UK Clothing and Opportunities for Savings. Udgivet: Juli 2012, Environmental Resources Management Limited (ERM).
- Yuan, Z. W., Zhu, Y. N., Shi, J. K., Liu, X., & Huang, L. (2013). Life-cycle assessment of continuous pad-dyeing technology for cotton fabrics. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(3), 659-672.

Bilagsoversigt

1. Yderlig empiri:
 - a . Præsentation af informanter & forsøgt kontaktede informanter
2. Interviewguide & transskribering af Røde Kors - Tina Donnerborg
3. Interviewguide & transskribering af UFF Humana - Kaj Pihl
4. Interviewguide & transskribering af re:newcell - Harald Cavalli-Björkman
5. Interviewguide & transskribering af Fibersort - Hilde van Duijn & Natalia Papu
6. Mailkorrespondance med Fibersort
7. Mailkorrespondance med Convert - Christina Lundby
8. Dataark fra sorteringsforsøg
9. Dataark for scenariefremskrivning
10. Samlede studieforløbsbeskrivelser