



INNOVATIONSNETVÆRK
FOR MILJØTEKNOLOGI

Tekstile genanvendelsespotentialer

Analyse af økonomisk og miljømæssigt potentiale i genanvendelse af
tekstile affaldsfraktioner i Danmark

Udarbejdet af:
Rasmus Nielsen, FORCE Technology
22. november 2013



Styrelsen for Forskning
og Innovation

Ministeriet for Forskning, Innovation
og Videregående Uddannelser

1	FORMÅL	3
2	INDLEDNING	4
3	TEKSTILFLOW	6
4	MILJØVURDERING	8
4.1	Miljøforhold ved tekstilproduktion	8
4.2	Forskellige scenarier for genanvendelse	9
4.3	Genbrug frem for genanvendelse	10
5	ØKONOMISK VURDERING	11
5.1	Globale drivers	11
5.2	Mulige forretningsmodeller ved tekstilgenanvendelse	12
6	TEKNOLOGIER TIL GENANVENDELSE	14
6.1	Barrierer for genanvendelse af tekstiler	14
6.2	Gennemgang af genanvendelsesteknologier	15
7	EKSISTERENDE PRODUKTER AF GENANVENDETE TEKSTILER	26
7.1	Fem Danske eksemple	26
7.2	Seks Udenlaske eksempler	28
8	HIERARKI OVER DANSKE TEKSTILAFFALDS-FRAKTIONER	31
9	VURDERING AF MULIGHED FOR PRODUKT- OG TEKNOLOGIUDVIKLING	32
9.1	Anbefalinger om design for genanvendelse	33
10	REFERENCELISTE	35

1 FORMÅL

FORCE Technology gennemførte i 2012 et *Technology Outlook* for Innovationsnetværket for Miljøteknologi med titlen *Gaps i Genanvendelsesprocessor*. Fokus for dette var genanvendelse af tekstiler, træaffald, metalaffald og bioplast i Danmark. Gap-analysen resulterede i en masse projektforslag inden for hvert område. Efterfølgende har der været stor interesse for projekter omkring tekstiler og mulighederne for genanvendelse af tekstiler. Denne rapport, *Tekstile genanvendelsespotentialer*, er et resultat af et projekt udsprunget af interessen for at udforske mulighederne i at øge genanvendelsen af tekstilaffald i Danmark.

Denne rapport er henvendt til alle, der har interesse i genanvendelse af tekstiler. Men især virksomheder, som ønsker at undersøge mulighederne for at begynde at genanvende deres tekstilaffald eller begynde at bruge genanvendte tekstiler som materiale i deres produkter, kan drage særligt fordel af rapporten. Rapportens formål er at afklare, hvad der er muligt i dag mht. genanvendelse af tekstiler, og rapporten fungerer således som en forundersøgelse for virksomheder, der ønsker at træde ind på dette område.

Rapporten indeholder overblik over tekstilfraktioner og ideer til miljømæssigt fordelagtige genanvendelsesmuligheder for disse fraktioner. Der findes i dag ikke nogle gode kilder til et samlet overblik over de tekstilmængder, der bruges i Danmark, og hvor de havner som affald. Nærværende rapport præsenterer et forsøg på en kortlægning af et meget bredt udvalg af danske tekstile affaldsfraktioner. Dette overblik kan bruges til at vurdere tekstile genanvendelsespotentialer og samarbejdsmuligheder. Rapporten indeholder desuden en masse inspiration til eksisterende produkter af tekstilaffald og links til virksomheder, der arbejder inden for området.

2 INDLEDNING

Tekstilproduktion er globalt den fjerde største kilde til forurening, næst efter opvarmning til huse, transport og elektricitet (Beton, 2011). Derfor ligger der et enormt grønt omstillingspotentiale i at genanvende tekstiler effektivt. Ved at genanvende tekstiler til produktion af nye tekstiler, kan man erstatte produktion af virgine fibre og herved spare brugen af areal til dyrkning af naturfibre eller spare brugen af nye fossile råstoffer til kunstfibre.

Det er i dag kun en forsvindende lille procentdel af de tekstiler, vi skiller os af med i Danmark, der bliver genanvendt i Danmark. Størstedelen af tekstiler bliver enten forbrændt eller eksporteret til udlandet. De eksporterede tekstiler genbruges eller genanvendes i de fleste tilfælde som klude eller fyldmateriale.

I Regeringens Ressourcestrategi del 1 (Regeringen, 2013)¹ med fokus på genanvendelse, som udkom oktober 2013, er tekstiler ikke nævnt som et indsatsområde. Med en ikke eksisterende tekstil genanvendelsesindustri i Danmark og ingen offentlig fokus kunne man tro, at tekstil genanvendelse ikke var et rentabelt forretningsområde. Men stigende råvarepriser og større kamp om dyrkningsarealer trækker i den anden retning og gør genanvendelse mere rentabelt. Dette vil denne rapport ikke konkludere på, men blot hjælpe til at få område kortlagt, således at det vil blive muligt for virksomheder på et mere oplyst grundlag selv at vurdere, om de kan skabe forretning på området.

Fokus i dette projekt, har været på alle danske tekstile affaldsfraktioner og på alle muligheder for genanvendelse af disse. Dog har der været specielt fokus på, om der er muligheder for danske industrivirksomheder i at lave lukkede kredsløb for at udnytte tekstilaffald som inputmateriale i produktionen. *En virksomheds affald kan blive en andens virksomheds råstof* – en tankegang der ligger sig op af koncepter som Cradle to Cradle² og Cirkulær økonomi³. Rapporten fra konsulentvirksomheden McKinsey for Ellen MacArthur Foundation fra 2013 omkring cirkulær økonomi (Ellen MacArthur Foundation, 2013) konkluderer at der globalt kan spares 395 milliarder på tekstilmateriale ved at øge genanvendelsen og genbrug af beklædning.

Fordelen med at udnytte potentialet i tekstile affaldsfraktioner, i mindre lukkede kredsløb er, at man undgår at tekstilerne bliver behandlet i en samlet affaldshåndtering, hvor de bliver blandet med andre fraktioner. Sammenblandede tekstilfraktioner (f.eks. post-forbruger tøj) risikerer alle at blive behandlet ud fra kvaliteten af den del med dårligst kvalitet, og ligeledes ud fra et forsigtighedsprincip i forhold til kemikalieindhold baseret på den del med mindst viden tilgængeligt. Dette betyder at potentielt genanvendelige dele af de sammenblandede tekstilfraktioner ikke genanvendes optimalt, men behandles ud fra laveste fællesnævner.

Det er hensigten i dette Technology Outlook, at finde de tekstilfraktioner, de oparbejdningsteknologier og de forretningsmodeller, der kan indfri både det miljømæssige og økonomiske potentiale, der ligger i genanvendelse af tekstiler.

Innovationsnetværket for Miljøteknologi har op til tilblivelsen af denne rapport afholdt tre arrangementer faciliteret af FORCE Technology. Ved arrangementerne har interesserede danske virksomheder deltaget i dialog omkring muligheder og udfordringer omkring genanvendelse af tekstiler. Arrangementerne har bidraget til indsigt i virksomheders konkrete udfordringer ift. tekstil genanvendelse, men også som inspiration med de utallige ideer og perspektiver der findes. Yderligere er der foretaget interviews og dataindsamling hos en række relevante danske virksomheder.

¹ Ressourcestrategien kan læses her:
www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Affald/Ressourcestrategien_virk/

² www.c2ccertified.org

³ www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy

Følgende virksomheder og organisationer har på den ene eller anden måde bidraget til projektet: **Kvadrat, Gabriel, Københavns Kommune, Sus:Hed, Tempur, Bobles, Danish Fashion Institute, Fuss, Affald Danmark, Fabric Philosophy, De Forenede Dampvaskerier, Dansk Affald A/S, Kolding Designskole, Katvig, Innovationsnetværket Livstil – Bolig & Beklædning, Polyloop, Formfiber, Berendsen Tekstil Service, Frandsen Industri, Rebag, CBS, Desso, BEVAR, Vugge til Vugge Aps, Region Sjælland, Jerichau design, Affaldskontoret, Covers by Charite, DTU Miljø, DTL A/S, Kara/Noveren, Herning Kommune, Genan Business & Development, Ulandshjælp fra Folk til folk, Rachel Kollerup, A.V. Pehrsson A/S, Roskilde Kommune og Affald Plus.**

3 TEKSTILFLOW

For at afgrænse fokus for denne undersøgelse er valgt kun at se på tekstilflowet i Danmark. Der er i Danmark, modsat nogle andre europæiske lande, meget lidt tekstilindustri tilbage (Hansen et al. 2012). Tekstilflowet kan dog, med nogen usikkerhed, antages sammenligneligt med andre europæiske lande. Det danske forbrug af tekstiler blev for nyligt kortlagt i to publikationer udgivet af henholdsvis Nordisk Ministerråd (Tojo et al 2012) og Miljøstyrelsen (FORCE 2013). Publikationerne har hovedsageligt fokus på husholdningstekstiler⁴.

Der er meget stor import af tekstiler i Danmark, men størstedelen eksporteres til videre salg i udlandet. Netto forbruges ca. 89.000 tons tekstiler årligt i de danske husholdninger, hvilket svare til ca. 16 kg per dansker pr år. Af disse tekstiler indsamles ca. 39.000 tons (44% af husholdningstekstiler) gennem velgørenhedsorganisationer samt en privat aktør (Tojo et al. 2012). Herefter sælges en lille del som genbrug i Danmark, en lille del sendes til forbrænding mens størstedelen eksporteres til et europæisk marked (hovedsageligt Finland, Sverige, Polen og Tyskland). Tekstilerne bliver her videre sorteret og nogle sælges til genbrug, andre til genanvendelse som klude eller nye tråde/fibre eller syntetisk filt. De resterende fraktioner afbrændes eller kommer på losseplads afhængig af hvor de bortskaffes. Alle sorteringsfaciliteter er hovedsageligt manuelle, og nogle manuelle sorteringsfaciliteter sorterer tekstiler i 400 forskellige fraktioner (FORCE 2013) afhængig af kvalitet, farve, videresalgspotentiale mv.

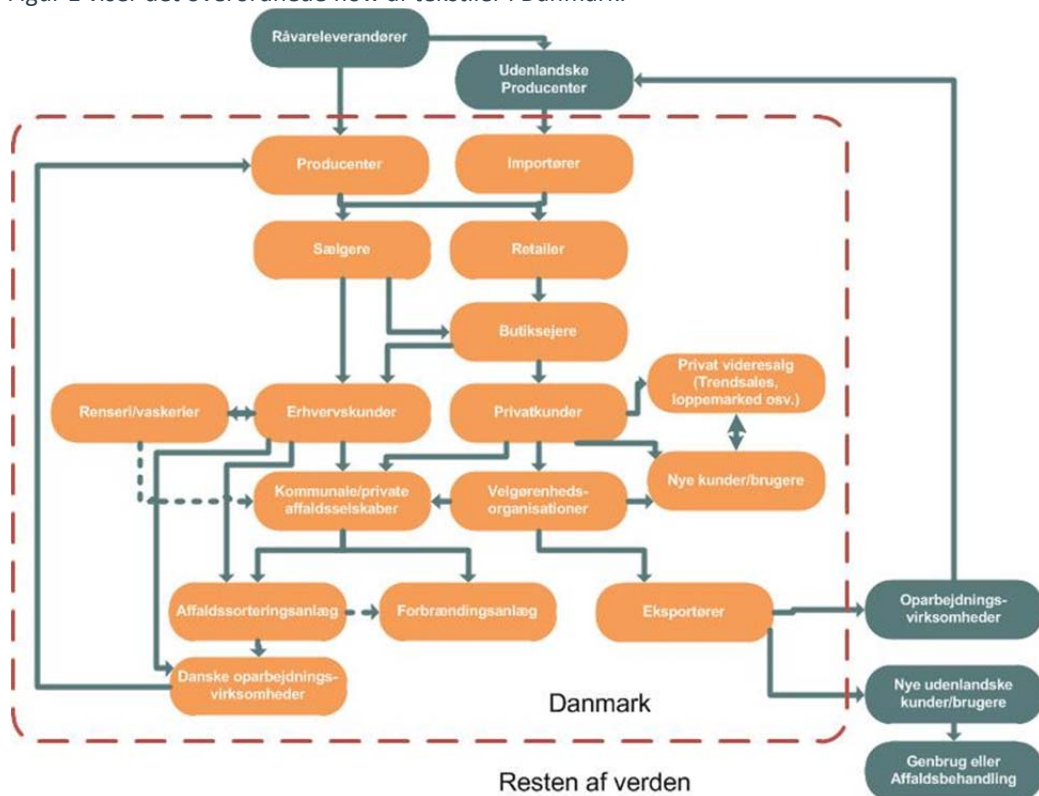
Der genanvendes næsten intet tekstilaffald i Danmark i dag. Haderslev kommune har i en årrække gennem et aktiveringsprojekt genanvendt tekstilaffald til kludeproduktion, men deres produktion er faldet til 60-80 tons pr. år (Tojo et al. 2012). Det europæiske marked for post-forbruger tøj er meget etableret, og ligesom med andre handelsvarer er der en fast markedspris for indsamlede brugte tekstiler. Priserne på det tyske marked var 0,45 € (3,40 kr.) pr. kg i efteråret 2012 (EUWID 2012). I udbudskontrakter med tyske kommuner var prisen 0,6€ (4,50 kr) pr. kg. indsamlet tøj.

Den største del af de tekstiler, der bruges i Danmark, er beklædning, men der findes også store og mere ensartede fraktioner i det offentlige og private virksomheder. Tekstiler fra private virksomheder og det offentlige går i dag primært til forbrænding. Men nogle virksomheder har aftaler om, at en genanvendelsesvirksomhed afhenter tekstilerne (enten gratis eller mod lille betaling). Der findes ikke nogen samlet opgørelser over forbrugsmængderne af tekstiler i private virksomheder og det offentlige. Der er i afsnit 8 *hierarki over danske tekstilaffalds-fraktioner* et overslag over tekstile affaldsmængder udarbejdet ved desktop studie og interviews i dette Technology Outlook.

For at sætte de danske tal i perspektiv kan det nævnes at der i Europa gennemsnitligt systematisk indsamles 20% af alt post-forbruger tøj, hvor 40% bliver genbrugt, 50% genanvendt og 10% går til losseplads eller forbrænding. De sidste 80% må antages at blive forbrændt eller sendt til losseplads afhængig af landet. For Tyskland, hvor indsamlings og sorteringsbranchen er godt etableret, er indsamlingsprocenten oppe på 70%.

⁴ Husholdningstekstiler er tøj og boligtekstiler som sengetøj, håndklæder, gardiner, tæpper. Husholdningstekstiler er klart den største tekstilfraktion i Danmark.

Figur 1 viser det overordnede flow af tekstiler i Danmark.



FIGUR 1 TEKSTILFLOW MELLEM AKTØRER I DANAMRK (FIGUR BASERET PÅ FORCE 2013)

4 MILJØVURDERING

4.1 MILJØFORHOLD VED TEKSTILPRODUKTION

Tabellen nedenfor viser vandforbrug og CO2 belastning, som er to vigtige miljøpåvirkninger som følge af tekstilproduktion. Der er udvalgt seks af de mest benyttede tekstiler. Tekstilproduktion er meget energitung, og i mange tilfælde bruges store mængder vand til vanding og videre til våde fremstillingsprocesser. Tekstiler er væsentligt mere miljøbelastende at fremstille end f.eks. plastprodukter, og derved er miljøgevinstpotentialet ved genanvendelse tilsvarende højere.

TABEL 1 · OVERSIGT OVER FORDELING OG MILJØBELASTNING AF MEST ANVENDTE TEKSTILER

Tekstil	Andel af total forbrug ⁵	kg CO2eq pr. kg	Liter vand pr. kg
Bomuld	43 %	13,9 ⁶	3.099 ⁷
Polyester	16 %	16,9 ⁸	787
Uld	9 %	44,4 ⁹	2.2377
Akryl	9 %	35,4 ⁹	1287
Viskose	9 %	26,4 ⁹	3.8297
Polyamid (f.eks. nylon)	8 %	20,2 ⁹	787

Der benyttes store mængder kemikalier ved tekstilproduktion, men det er vanskeligt at lave en generel kvantificering af kemikalieforbruget og dets konsekvenser for miljø og mennesker. Kemikalieforbruget er ligesom andre miljøpåvirkningskategorier meget afhængig af produktionssted, evt. dyrkningsmetode og behandlingsproces. Store dele af verdens forbrug af pesticider og sprøjtemidler bruges til bomuldsproduktion. Der benyttes ca. 1 kg kemikalier pr. kg tekstil der produceres (størstedelen dog ufarlige).

Rester af kemikalier, der indgår i den sidste del af fremstillingsprocessen, kan genfindes i de færdige tekstilprodukter. Det kan være kemikalier, som giver tekstilet et ønsket udseende eller funktion fx farvestoffer eller imprægnering. Kemikalierne kan have uønskede miljøskadelige effekter eller u hensigtsmæssige effekter på den videre genanvendelse. Eksempelvis kan nævnes brugen af tungmetaller, ftalater og flammehæmmere.

Tøjet bliver i forbindelse med de våde fremstillingsprocesser skyllet og vasket for at undgå restkemikalier i stoffet, som kan påvirke de senere processer såsom farvning og efterbehandling, og derfor er der sjældent rester af kemikalier fra de første dele af produktionen (forbrugerkemi.dk, 2013). Ligeledes gør gentagne vaske, at der typisk heller ingen kemikalier er tilbage i post-forbruger tekstiler, da disse er udvasket i løbet af deres levetid (Poulsen 2011). Dette er dog ikke tilfældet i nogle tekstile affaldsfraktioner fra industriel anvendelse. I nogle tekstiler kan kemikalier dog ikke vaskes ud, f.eks. tekniske tekstiler, der indeholder kemisk bundne flammehæmmere eller imprægnering. Kemikalieproblematikken ved genanvendelse er i højere grad aktuel hvis der genanvendes tekstilaffald fra industrien eller tekstilfraktioner, der ikke har været vasket i en brugsfase.

⁵ Baseret på opgørelse over engelsk tøjforbrug i 2009 (Thomas, 2012)

⁶ Globalt gennemsnit af bomuldsproduktion baseret på PE International rapport (Jewell et. Al, 2011)

⁷ Nippres, 2012

⁸ Thomas, 2012

4.2 FORSKELLIGE SCENARIER FOR GENANVENDELSE

Der er meget lidt viden omkring, hvor tekstilerne havner i udlandet, og det er derfor ikke muligt at fastsætte et præcist scenarie for tekstilflowet i Danmark, fordi 44% af husholdningstekstiler eksporteres. Der er mange forskellige private og velgørenhedsorganisationer, der eksporterer tekstiler fra Danmark og de har hver deres praksis omkring dette med forskellige og skiftende modtagere. Størstedelen genbruges i forskellige lande og havner derfor i den sidste ende som affald i f.eks. Østeuropa eller Afrika efter en ny brugsfase.

Genbrug regnes i dette tilfælde ikke som et scenarie, fordi tøjet efter genbrug igen havner som affald og skal håndteres som sådan. Derfor betragtes genbrug blot som en mellemstation før det bliver til tekstilaffald.

Nedenstående bud er et overslag over, hvordan de danske tekstiler ender. For fuldt ud at kende miljøkonsekvensen af at ændre forholdene for genanvendelsen af tekstiler, er der brug for en mere præcis opgørelse over i hvilke lande, de danske tekstiler havner, da dette er meget betydningsfuld for den endelige affaldshåndtering.

Et estimat for hvordan det samlede danske tekstilaffald behandles, ser således ud:

- 50% forbrændes i Danmark
- 50% eksporteres til udlandet, hvor
 - 20% forbrændes
 - 15% deponeres
 - 2 % forsvinder som slid (Tojo et al 2012)
 - 12 % lavkvalitets-genanvendelse – klude, isolering, fyldstof mv.
 - 1 % højkvalitets-genanvendelse – redesigns, ny tråd/garn, nonwoven mv.

Tabellen nedenfor viser, hvilke senarier for tekstilerne, der er at foretrække og hvad miljøgevindsten kan være ved at ændre på nuværende praksis. Der er antaget at der benyttes 50% bomuld og 50% polyester. Hvis tallene er negative betyder det en miljøgevinst (f.eks. sparet CO₂ udledning) og er de positive er det en miljøbelastning.

TABEL 2 · OVERSLAG OVER MILJØBELASTNING FOR FORSKELIGE END-OF-LIFE SCENARIER⁹

Scenarier	kg CO ₂ eq pr. kg	MJ Energi pr. kg (Fornybar/fossil)	Noter
Direkte genanvendelse af stoffer	-15,4	-38/-112	Hvis det antages at erstatningsgraden er 100%
Genanvendelse som fleece (kun polyester)	-1,8	0,6/-57	Repolymerisering til ny polyester
Genanvendelse som klude (kun bomuld)	-1,3	-19/-24	Antaget at der erstattes en papirklud
Forbrænding	-1,0	-2,5/-20	Dansk forbrænding med energiudnyttelse
Losseplads	1,7	0,05/1,1	Europæisk losseplads uden energiudnyttelse

En del af de beklædningstekstiler, der i dag sendes til udlandet for at blive genbrugt havner efter endt brug på lossepladser eller i forbrænding med ringe energiudnyttelse. Men alligevel er det miljømæssigt forsvarligt at sende dem til udlandet, fordi de ved at blive genbrugt erstatter produktion af virgine fibre til nye tekstiler. Men der er miljømæssigt stort potentiale i at genanvende tekstiler som materiale til nye produkter (klude, isolering, fyldstof mv.) eller som råstof til produktion af nye tekstiler (nye garner, nonwoven, mv.), frem for at forbrænde tekstilerne. Det er dog ved genanvendelse vigtigt at bemærke, at der er stor forskel på hvad tekstilerne

⁹ Nedenstående miljøbelastninger er beregnet af FORCE Technology med brug af data fra hovedsageligt LCA softwaren GaBi 6.

genanvendes som. Ved at se på konsekvenserne af at benytte genanvendte tekstiler som materialeinput, kan man bestemme miljøbelastningen. Herved kan ses, at der er forskel på udbyttet ved forskellige former for genanvendelse.

Et eksempel er genanvendelse af tekstil som isoleringsmateriale til huse¹⁰. Herved går tekstilerne ind og erstatter f.eks. stenmateriale. Udvinning af stenmateriale og produktion af stenuld er ikke en særlig miljøbelastende proces, og miljøgevinsten ved genanvendelse af tekstilerne er derfor ikke ret høj.

I et andet eksempel, som også beregnes i Tabel 2, laves de brugte tekstiler til en klud. Denne tekstilklud går ind og erstatter en klud der - hvis der ikke blev brugt genanvendt bomuld - ville blive produceret af papir. Dette giver i et livscyklusperspektiv heller ikke den store miljøgevinst, da papirproduktion i de fleste tilfælde ikke er meget miljøbelastende.

Miljømæssigt er den bedste form for genanvendelse, at tekstilerne går ind og erstatter nyproduktion af tekstiler. Det bedste eksempel på dette er direkte genbrug, hvor tekstilerne genbruges til deres oprindelige formål. Genanvendelse af tekstiler fra naturlige fibre, hvor der laves ny tekstil af det genanvendte materiale, er også miljømæssigt meget fordelagtigt, fordi det fortrænger nyproduktion af fibre og derved sparer brugen af store mængder vand, kunstgødning og pesticider.

4.3 GENBRUG FREM FOR GENANVENDELSE

Det er meget vigtigt at genanvendelse af tekstiler til nye produkter ikke sker på bekostning af direkte genbrug. Genbrug er i de fleste tilfælde det end-of-life scenarie, som miljømæssigt er at foretrække. Der er minimal miljøbelastning ved selve genbrugsprocessen, da transport til f.eks. andre lande i disse sammenhænge ofte er miljømæssigt ubetydeligt (FORCE 2013).

Når tøj genbruges erstatter det produktion af nye tekstilfibre samt produktion af nyt tøj, hvilket som før nævnt er en stor miljøbelastning. Det kan argumenteres, at køb af genbrugstøj ikke fuldt ud erstatter køb af nyt tøj entil-en. Genbrugstekstiler er billigere, hvilket giver rum for at købe flere tekstiler, og genbrugstekstiler kan være slidt, hvilket gør, at de har en kortere funktionstid. Bestemmelsen af erstatningsgraden er præget af stor usikkerhed. I et engelsk studie udført af WRAP (WRAP 2012) med en spørgeskemaundersøgelse med 3100 deltagere udført i England, Skotland og Wales bestemmes denne erstatningsgrad for tøj til 29 %. Dette medfører, at genanvendelse af 1 kg tekstil fortrænger produktionen af 0,29 kg virgin tekstilproduktion. Et dansk studie fra 2008 peger på en noget højere erstatningsgrad, især hvis tøjet genanvendes i østlande (Farrant 2008). Dette studie bygger på spørgeskemaundersøgelse med 236 deltagere udført i Danmark, Sverige og Estland. Farrant (2008) anslår erstatningsgraden til 74 % for Estland og 62 % for Danmark og Sverige. Omkring industriel genanvendelse er erstatningsgraden dog lettere at bestemme, i og med at det mere objektivt kan bestemmes om en virksomheds behov for indkøb af nye tekstilprodukter er erstattet af de genanvendte/genbrugte tekstiler.

Selvom en erstatningsgrad ved genbrug er lav, så er dette scenarie dog at foretrække, fordi der stadig er en mulighed for efterfølgende at genanvende tekstilet. Problemstillingen med betydningen og størrelsen af erstatningsgraden kan åbne for nogle grænsefelt omkring, hvad der miljømæssigt er bedst i forhold til at genbruge eller genanvende til nye tekstiler.

¹⁰ I et livscyklusanalyseperspektiv kan det være problematisk at benytte genanvendte materialer til isolering, da det kan have indflydelse på isoleringens virkningsgrad og derved have store negative miljøkonsekvenser i isoleringens samlede livscyklus.

5 ØKONOMISK VURDERING

5.1 GLOBALE DRIVERS

Der er i stigende grad kamp om jordens arealer til dyrkningen af fødevarer, biomasse til energi og biomasse til fremstilling af produkter. Dette sker i takt med at fossile kilder til brændsler og materialer udfases, og biobaserede produkter vinder frem. I hvor høj grad denne tendens på nuværende tidspunkt har indflydelse på tekstilpriserne vides ikke, men det vil sandsynligvis være en væsentlig faktor i fremtiden. Danish Fashion Institute, der er netværksorganisation for nogle af de største tekstilvirksomheder i Danmark, har udtalt at nogle af deres medlemmer begynder at interessere sig for mulighederne for tekstilgenanvendelse for at sikre sig råvare i fremtiden. I figuren nedenfor ses udviklingen i bomuldspriser de sidste 10 år. Der har været store udsving på prisen for bomuld, hvilket giver usikkerhed i branchen og som derved kan fungere som en driver i at udforske nye muligheder for en stabil råvareforsyning.

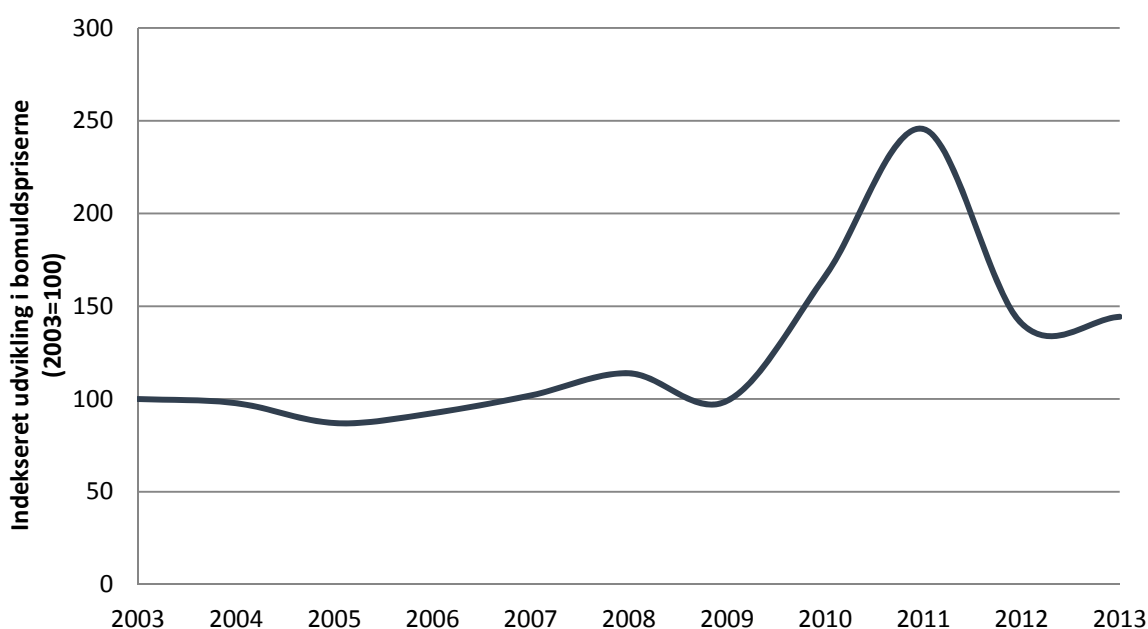


FIGURE 1 UDVIKLING AF GLOBALE BOMULDSPRISER FRA 2003-2013¹¹

Tidligere har der været en stor genanvendelsesindustri for tekstiler i Europa, især i England. Men i 1980'erne kollapsede denne industri (Norris 2012). Der er i Europa i dag et etableret marked for handel med brugte tekstiler og andet tekstilaffald. Der eksisterer børser, hvor tekstilaffaldet handles, f.eks. www.grn.com og ifølge EUWID 2013 er det et marked i stor udvikling med stigende efterspørgsel efter brugte tekstiler. Markedet er drevet af, at få procent af de indsamlede tekstiler kan sælges til høj pris. Denne lille procentdel betegnes i Danmark blandt indsamlere som *cremen* og benævnes nogle steder i udlandet som *diamonds*. Disse tekstiler kan sælges i luksusgenbrugsbutikker til priser på højde med nyt mærketøj. Ligeledes er uld, cashmir og sko også noget af det der driver markedet. Herefter falder priserne på tekstilerne, og den laveste pris fås på det, som ikke kan sælges til genbrug, men skal genanvendes eller bortskaffes ved deponi eller forbrænding. Tekstiltil industriaffald kan i mange tilfælde ikke sammenlignes direkte med post-forbruger tekstiler, da post-forbruger

¹¹ Data til grafen er taget fra www.cotton.org 2013

tekstiler er blandet uden viden om materiale/kemi indhold. Industriaffald i store rene fraktioner kan derfor have større genanvendelsesværdi.

Der er i Indien i Panipat-området en "shoddy" industri, hvor uld og andre tekstiler kradses op og genspindes til nyt garn. Garnet bruges til at producere nye tekstiler, hovedsageligt tæpper af dårlig kvalitet, hvor 90% sælges i Indien (Norris 2012). Ca. 70.000 mennesker arbejder i denne industri, i mange tilfælde under dårlige arbejdsmæssige forhold. Shoddy industrien i Indien er kendetegnet ved lille innovation i forhold til kvaliteten af de genanvendte tekstiler. Selvom shoddy industrien i Indien er den største i verden, blev der kun importeret omkring 100.000 tons i 2008 (dette svarer til det årlige danske forbrug af tekstiler og må globalt set ses som en lille mængde).

Der findes eksempler på lukkede kredsløb med brug og genanvendelse af tekstiler. Det Japanske firma Teijin¹², som er førende inden for produktion og genanvendelse af polyester, sælger tekstiler og tilbyder at tage dem retur efter endt brug og genanvende dem til nye tekstiler. Dette er bl.a. benyttet af outdoor-mærket Patagonia¹³. På verdensplan er det en meget lille del af tekstiler, der returneres i lukkede kredsløb, og det må antages at være pga. markedsmæssige fordele frem for besparelser på materialeprisen, at tekstilerne sendes til Japan for genanvendelse.

Inden for tæppeindustrien er der flere tilfælde hvor tæppeproducenter har udviklet returordninger for udtjente tæpper og genanvender disse til nye tæpper. Et eksempel på dette er Hollandske Desso¹⁴.

5.2 MULIGE FORRETNINGSMODELLER VED TEKSTILGENANVENDELSE

Nedenfor er opstillet fire forslag til forretningsmodeller involverende tekstilgenanvendelse.

- Sorter store uhomogene tekstilfraktioner. Sorteringen er det værdiskabende led i værdikæden omkring håndteringen af post-forbruger tekstiler. Herved kan der sorteres i forskellige genbrugelige fraktioner, der kan afsættes på nationale og internationale markeder. Ligeledes kan fraktioner til genanvendelse udsorteres og sælges. Der ligger ligeledes store teknologiudviklingspotentialer og herved også forretningspotentialer i at udvikle automatiske sorteringsmaskiner til post-forbruger tekstiler. Et eksempel er det EU støttede projekt Textiles 4 textiles¹⁵.
- Brug de brugte neddelte tekstiler som lavkvalitetsmateriale i dit produkt. Herved kan der opnås besparelser på materialeinput, i og med at de brugte tekstiler er et billigt tilgængeligt materiale. Ved forretningsmodeller som denne markedsføres miljøfordelene ved genanvendelse kun i meget lille grad¹⁶.
- Oparbejd brugte tekstiler og brug dem som materiale i dit forbrugerprodukt. Dette kan give en markedsføringsmæssig kant ved at dit produkt fremstår som mere bæredygtigt. Dette kan variere; i nogle tilfælde er selve forretningsmodellen bygget op omkring den gode historie i den genanvendte tekstil og hele det bæredygtige image dette medfører. Et eksempel kunne her være Sort Slips Hvidt Slips¹⁷. I dette tilfælde, hvor genanvendte tekstiler indgår for at gøre produkterne mere bæredygtige og dette bruges i markedsføringen, kan prisen på det genanvendte tekstilmateriale godt være dyrere end tilsvarende virgine tekstiler. En lignende forretningsmodel omkring brug af tekstilt genbrugsmateriale er hvis miljøvaredeklarationer (Environmental Product Declarations (EPD)¹⁸) bliver en konkurrenceparameter. Brug af genanvendt tekstil giver i de fleste ordninger en god miljømæssig profil, som vil fremgå af EPD'en.

¹² www.teijin.com 2013

¹³ www.patagonia.com/us/footprint/read-the-story/?assetid=68388 2013

¹⁴ www.desso.com 2013

¹⁵ Projektet har dog ikke præsenteret nogle resultater endnu. Se www.textiles4textiles.eu

¹⁶ Eksempelvis: www.flugger.dk 2013

¹⁷ www.sortslipshvidtslips.dk 2013

¹⁸ www.environdec.com

- Virksomheder med tekstilaffald kan sørge for at sorterer tekstilerne efter type, samt at tilegne sig oplysninger omkring tekstilernes indhold af forskellige kemikalier. Herved kan de videresælges til højere pris end ved blot at sælge en blandet uspecificeret mængde eller sende den til forbrænding. Ligeledes kan der også efterspørges tekstiler, der kan genanvendes i større omfang¹⁹. Tekstiler fra en virksomhed kan afsættes til genanvendelsesvirksomheder eller sælges direkte til en anden produktionsvirksomhed, der kan bruge tekstilerne.

¹⁹ Se afsnit 9.1 *Anbefalinger om design for genanvendelse* for at se hvordan tekstiler i højere grad kan genanvendes.

6 TEKNOLOGIER TIL GENANVENDELSE

6.1 BARRIERER FOR GENANVENDELSE AF TEKSTILER

Der er mange tekniske og logistiske barrierer ved genanvendelse af tekstiler. Følgende er nogle af de største:

- Tekstilmaterialet kan være mekanisk nedbrudt som følge af brug, vask, rens mv.
- Solens UV-stråler kan nedbryde og forringe kvaliteten af tekstiler (Hansen et al 2012).
- Tekstilerne kan være snavsede på forskellige måder med forskellige krav for rengøring før genanvendelse
- Det kan være en barriere, at der ikke er store ensartede tekstilfraktioner til rådighed. Små forskellige fraktioner giver mere håndtering og stiller større krav til omstilling af genanvendelsesprocessen.
- Blandingstekstiler som f.eks. polycotton eller tekstiler iblandet elastan, er vanskelige at genanvende. Dels pga. at der i mange tilfælde ikke er viden om det konkrete blandingsforhold og dernæst er det en barriere i en kemisk genanvendelsesproces. Kompositmaterialer kan både være forskellige tråde der er sammenvævet, men det kan også være samme tråd som består af forskellige fibre, hvilket gør genanvendelsen vanskelig.
- Mekanisk genanvendelse til nye fibre resulterer i kortere fibre. Kortere fibre giver det nye tekstil en lavere kvalitet og nødvendiggør i mange tilfælde iblanding af nye længere fibre.
- Der skal sorteres efter farve før genanvendelsen for at opnå en ensartet farve af de nye tekstiler. Alternativt skal tekstilerne farves efter genanvendelsen.
- Hvis tekstilerne indeholder olier eller stivelsesbaseret eller syntetisk slette kan dette vanskeliggøre genanvendelsesprocessen. Slette skal fjernes før genspinding ligesom slette kan forringe absorberingsevnen hvis tekstilerne genanvendes som klude (Nørup 2011). Dette er kun et problem ved fejlproduktion på et tidligt tidspunkt i produktionen af nye tekstiler
- Tekstilerne kan være sammensat af flere typer tekstiler eller indeholde ikke-tekstil materiale som f.eks knapper, lynlåse eller PU-skum, som oftest skal fjernes inden den videre forarbejdning. Dette giver et yderligere fordyrende led (Hansen et al 2012).
- Forsyningssikkerheden kan være en barriere, hvis en virksomhed ønsker at baserer sit inputmateriale på en bestemt tekstilfraktion.
- Prisen ved manuel sortering er en barriere. Ofte er manuel sortering nødvendig for at opnå en fraktion, der er ren nok til genanvendelse.
- Genanvendelse af tekstiler medfører også genanvendelse af de eventuelle farlige kemikalier, som tekstilerne indeholder. Uden præcis kendskab til tekstilerne, der genanvendes, kan der ikke opnås fuld sikkerhed i forhold til indholdet af kemikalier, hvilke kan give problemer ift. f.eks. REACH lovgivningen.
- Ved genanvendelse hvor indholdet af tekstiltyper er udslagsgivende for processen, f.eks. ved kemisk genanvendelse, er det problematisk at tekstilt affald kan have svingende kvalitet og indhold afhængigt af hvor man sourcer dem fra. Det kan være svært at sikre sig konstant kvalitet, og det vil kræve, at man laver en general profil for fibre og konstant monitorerer og fører kontrol med fibre, der anvendes videre (Chang et al 1999).
- Mange tekstiler, der bruges af virksomheder, indeholder virksomhedens logo. Frygten for at virksomhedens tekstil med dens logo skal indgå i en uheldig kontekst efter endt brug, f.eks. en t-shirt med virksomhedslogo på en børnesoldat, gør at mange virksomheder vælger at sende deres tekstile affaldsfraktioner til forbrænding (FORCE 2013).

6.2 GENNEMGANG AF GENANVENDELSESTEKNOLOGIER

I dette afsnit er beskrevet en række genanvendelsesteknologier. Der er givet en kort gennemgang af hver teknologi, herunder en kort generel beskrivelse, en vurdering af hvad input og output ved genanvendelsesprocessen typisk er, en beskrivelse af de miljømæssige forhold som oparbejdningen kan medføre, samt en vurdering af, hvilket udviklingsstadium teknologien er på. Ved gennemgangen er der henvist til forskellige virksomheder som benytter teknologien eller tilbyder produkter i relation til teknologien, samt anden relevant litteratur omhandlende teknologien.

TABEL 3 · TEKNOLOGI: MEKANISK GENANVENDELSE – OPTREVLING TIL FYLD

Mekanisk Genanvendelse – optrevling til fyld	
Beskrivelse	Fibrene travles op mekanisk. Der er forskellige metoder og kombinationer af metoder til at opnå en optrevling. Typisk neddeles tekstilerne ved skæring i mindre stykker for at gøre den videre behandling lettere. Ved neddeling kan lynlåse, knapper og andre uønskede elementer også fjernes mekanisk. Herefter hakkes, rives og børstes/kartes tekstilerne, således at tekstilerne er fuldt optrevlede. I nogle tilfælde, hvor tekstilerne skal bruges til fyldmaterialer, er det dog ikke nødvendig med en fuld optrævling. Det opradsede tekstil kan blandes med et bindermateriale og blive til et sammenhængende produkt f.eks. til isolering . Hvis det yderligere bindes sammen ved mekanisk eller kemisk hjælp kan tekstilet få nogle af de egenskaber, der karakteriserer nonwoven-produkter (Se Tabel 4)
Input	Mange oprivningsmaskiner kan håndtere lynlåse og knapper m.v. i deres maskineri og skære disse fra. Ved andre sorteringsfaciliteter fjernes alt ikke-tekstilt materiale manuelt.
Output	Fyld af forskellig kvalitet og egenskaber, afhængig af den indledende sortering, med følgende forskellige anvendelsesmuligheder: varme- eller lydisolering, møbelfyld, foring, boksepuder, lydisolering af husholdningsapparater.
Miljøforhold	Lille miljømæssig gevinst, da det typisk er lavkvalitetsmaterialer, der erstattes. Tekstilerne erstatter f.eks. papir, stenuld eller opskummet plastik.
Udviklingsstadiet	Denne teknologi er fuldt udviklet og kommercialiseret. Det er den mest benyttede teknologi ved genanvendelse af tekstiler i dag. Rapporten <i>Maximising Reuse and Recycling of UK Clothing and Textiles EV0421</i> (Morley et al. 2009) anslår at 66% af alle Storbritanniens genanvendte tekstiler genanvendes ved denne teknologi og benyttes til fyld bl.a. til madrasser.
Eksempler	www.hivesa.com www.nouratex-secondhandclothes.be/used-textile-recycling www.altex.de/contero/index.htm www.forster-vlies.de www.glaeser-textil-ulm.de/en/trading-production/used-clothes-shoes.html www.rvn-textilrecycling.de www.millerwastemills.com www.bondedlogic.com Eksempler på leverandører af maskiner til skæring og rivning: www.pierret.com/en www.laroche.fr www.margasa.com www.dellorco-villani.it www.bematic.it

TABEL 4 · TEKNOLOGI: MEKANISK GENANVENDELSE – OPTREVLING TIL PRODUKTION AF NONWOVEN

Mekanisk Genanvendelse – optrevling til produktion af nonwoven	
Beskrivelse	Tekstilerne rives og optrevles mekanisk som beskrevet Tabel 3. Herefter kan de optrevlede tekstiler bindes sammen kemisk (lim), mekanisk eller ved varmpåvikning af tekstil og et bindermaterialer. Nonwoven tekstiler baseret på optrevlede tekstiler bruges til utallige applikationer fx produkter som beklædning og tasker i filt, pladevat, geotekstiler, kompositmaterialer, der kan formstøbes, tagpap, møbelstof, tæpper mv.
Input	Der kan benyttes både naturlige og syntetiske fibre.
Output	Mange forskellige kvaliteter og typer af nonwoven materiale kan være outputtet. Igen afhænger det meget af, hvilken kvalitet inputmaterialet har, og hvor rent det er sorteret. Men det afhænger også af hvilken proces der benyttes til at forarbejde det opkradsede materiale.
Miljøforhold	Der kan opnås gode miljømæssige besparelser ved denne teknologi, ved at genanvendelse går ind og erstatter produktion af de virgine fibre, der ellers ville være benyttet til fremstilling af produkterne.
Udviklingsstadiet	Der er mange forskellige kommercielt tilgængelige teknologier til at genanvende tekstiler som nonwoven materialer.
Eksempler	<p>www.advancenonwoven.dk</p> <p>www.fibertex.com/da-DK (Fibertex i Danmark genanvender internt produktionsaffald)</p> <p>www.jrfibres.co.uk/textile_recycle.php</p> <p>www.dan-web.com</p> <p>Rapport der undersøger muligheder i at lave kvalitets-nonwoven af lavkvalitets post-forbruger tøj: www.oakdenehollins.co.uk/pdf/defr01_058_low_grade_clothing-public_v2.pdf</p>

TABEL 5 · TEKNOLOGI: MEKANISK GENANVENDELSE – OPTREVLING OG SPINDING

Mekanisk Genanvendelse – optrevling og spinding	
Beskrivelse	Denne teknologi betegnes ofte Shoddy (eller mungo), og er en proces hvor tekstilerne brydes ned ved finskæring, rivning, kartning eller anden mekanisk proces. Herefter bliver fibrene spundet til nyt garn, der kan strikkes eller væves til nye tekstiler. Der er en stor shoddy industri i Indien, Marocco og Tunesien. Inden for uld er denne teknologi også udbredt i Italien i Prato området.
Input	Alle typer af fibre. Typisk benyttes bomuld eller uld, da disse er tilgængelige ensartet i større mængder. Særligt uld kan opnå høj kvalitet ved genanvendelse.
Output	Garn af forskellig kvalitet afhængig af sorteringen før optravlingen. Tekstilfibrene bliver ved processen uundgåeligt kortere. Outputtet kan bruges til møbelpolstring, lav-kvalitets tæpper/måtter og bilmåtter mv.
Miljøforhold	Der er et stort miljømæssigt potentiale i genanvendelse, hvor der laves nye tekstiler. Her går de genanvendte tekstiler ind og erstatter udvinding/dyrkning og produktion af virgine tekstiler.
Udviklingsstadie	Stor skala især i Indien, Italien, Marokko og Tunesien.
Eksempler	<p>www.cardato.com/en/product.asp</p> <p>www.varfrankenhuis.nl/en</p> <p>www.recycled-textile.com</p> <p>www.re-mo.eu/</p> <p>Mange genanvendelsesvirksomheder og producenter af produkter fra respundet uld i Prato, Italien (eksempel: www.youtube.com/watch?v=43Nt7YSABKg)</p> <p>Verdens største tekstil genanvendelsesområde ligger i Panipat i Indien²⁰ (www.youtube.com/watch?v=z1R8FAj7vuk)</p>

²⁰ www.wornclothing.co.uk/projects/indian-shoddy-industry/

TABEL 6 · TEKNOLOGI: KEMISK GENANVENDELSE – LUKKET KREDSLØB

Kemisk genanvendelse – lukket kredsløb	
Beskrivelse	Genanvendelse af syntetiske fibre kan også ske ved neddeling, omsmelting og regranulering. Det er muligt rent kemisk at adskille blandingsprodukter (f.eks. bomuld/lycra eller bomuld/polyester) ved opløsning af den ene komponent. Ifølge det japanske firma Teilin som er førende indenfor polyester-genanvendelse, så er grundprincippet i deres proces, at polyesterene nedbrydes til monomerer i form af to hovedingredienser; ethylenglycol og terephthalsyre ²¹ . Herefter fjernes farvekomponenter og andre forurenende stoffer fra de to hovedingredienser, som herefter rekombineres til polyester. Kemisk genanvendelse af polyester vil også være mulig for blandingsprodukter, så længe der er over ca. 80% polyester (Morley et al. 2009) (hvilket udelukker de fleste bomuld/polyester blandinger).
Input	Rene fraktioner af polymer-baserede tekstiler (polyester, polypropylen eller nylon), hvor man 100% har kendskab til indholdet.. Der kan genanvendes blandinger hvis der kun er lidt indhold af et alternativt fiber og det ikke er animalsk baseret (uld og læder) eller polyurethan, akryl eller elastan (Morley et al. 2009).
Output	Nye fibre som tilnærmelsesvis har samme kvalitet som nye. Polymerkæderne vil uundgåeligt blive kortere når de repolymeres hvilke resulterer i mindre holdbart materiale.
Miljøforhold	Tekstilerne går ind og erstatter nye tekstiler produceret af virgine råstoffer. Der ligger en miljøbelastning ved energiforbrug til forskellige processer ved genanvendelsen samt til brug af diverse ressourcer og kemikalier, men det må formodes, at denne miljøbelastning ligger et godt stykke under produktionen af nye virgine materialer.
Udviklingsstadiet	Lille skala
Eksempler	www.teijin.com www.patagonia.com/us/popup/common_threads/faqs.jsp www.klattermusen.se www.toray.com/news/fiber/nr111021.html

²¹ www.teijin.com 2013

TABEL 7 · [Overskrift]

Genanvendelse ved regranulering – åbent kredsløb	
Beskrivelse	Udsortering og findeling af syntetiske fibre til granulat. Granulatet kan herefter bruges til at støbe nye plastemner af eller smelte og ekstruderer til nye fibre.
Input	Der skal være godt kendskab til input materialet indhold af forskellige materialer og kemikalier. Jo renere input materialer des bedre kvalitet. Input skal være termoplast.
Output	Fint granulat, der kan bruges til at ekstrudere eller støbe nye plastemner. Kvaliteten af genanvendt plast er lavere end virgint pga. kortere polymerkæder.
Miljøforhold	Der er stort miljømæssigt potentiale i genanvendelse, hvor der laves nye plastprodukter.
Udviklingsstadiet	Selve regranuleringen er ikke et problem, men sorteringen af blandede tekstiler er en udfordring, og teknologien er energikrævende og ikke udviklet til stor skala.
Eksempler	www.frandsenindustri.dk/

TABEL 8 · TEKNOLOGI – RIVE TIL KLUDE

Rive til klude	
Beskrivelse	Denne simple teknologi er en af de meget benyttede til tekstilgenanvendelse. De genanvendte klude kan bruges på f.eks. autoværksteder og boreplatforme. Denne type genanvendelse er relativt udbredt og kommerialiseret.
Input	Tekstiler sorteret efter materiale. Rene fraktioner af bomuld og andre naturfibre har højst værdi pga. deres sugeevne. Tekstiler, der indeholder flere typer fibre, kan også benyttes. Der skal bare være viden omkring at det er en blanding.
Output	Klude til forskellig anvendelse alt efter kvaliteten/renheden af tekstilerne. Produkterne sælges til bl.a. private, autoværksteder, maskinværksteder og boreplatforme.
Miljøforhold	Tekstilkuldene går i mange tilfælde ind og erstatter klude af papir, og konsekvensen af tekstilgenanvendelse i form af klude er derfor, at der skal produceres mindre papirklude. Efter kludene er brugt kan de højst sandsynligt ikke genanvendes men afskaffes på anden vis.
Udviklingsstadiet	Stor skala
Eksempler	Haderslev kompetencecenter ²² www.boso.nl/ www.dtl.as

²² www.haderslev.dk 2013

TABEL 9 · TEKNOLOGI: DIREKTE GENANVENDELSE AF STOFSTYKKER

Direkte genanvendelse af stofstykker	
Beskrivelse	Genanvendelse ved at sy nye produkter af hele tekstilstykker. Det er ofte unikke eller små serier af håndlavede produkter.
Input	Tekstiler der ikke er meget slidt og af god fiberkvalitet. Både tekstiler fra industrien og beklædning kan benyttes.
Output	Nye produkter af tekstiler (ofte unikke special designede beklædning, men det kan også være lampeskærme, tasker mv.)
Miljøforhold	Der er stor miljøgevinst ved denne form for direkte genanvendelse, fordi der erstattes virgine tekstiler, og der typisk ikke benyttes meget energi på at omdanne de brugte tekstiler til nye produkter.
Udviklingsstadiet	Teknologien til denne form for genanvendelse findes kun på lille skala. Det er små virksomheder eller enkelte designere, der benytter teknologien. Der er ikke fundet eksempler på stor skala direkte genanvendelse af stofstykker til at lave nye produkter (udover kludeproduktion som beskrevet i Tabel 8).
Eksempler	www.sortslipshvidtslips.dk www.coversbycharite.dk www.blog.designsquish.com/index.php?/site/C59 www.trash-couture.com

TABEL 10 · TEKNOLOGI: VÆVE/STRIKKE AF OPTRÆVLEDE TEKSTILER

Væve/strikke af optrævlede tekstiler	
Beskrivelse	Tekstiler optrævles/klippes i strimler som bindes sammen til et langt stykke. Herefter væves eller strikkes et nyt stykke tekstil. Denne teknologi er især benyttet til at lave kludetæpper. Der er forskellige variationer af metoder til at lave f.eks. tæpper ²³
Input	Alle tekstiler kan i princippet bruges, men output produkter bliver selvfølgelig derefter.
Output	Hele stykker sammenvævet/strikket tekstil enten som et færdigt produkt eller til at lave andre produkter ud fra.
Miljøforhold	Tæpper produceret ud fra denne teknologi vil gå ind og erstatte nyproduktion af tæpper, hvilket giver en stor miljøgevinst.
Udviklingsstadie	Denne teknologi benyttes både ved gør-det-selv projekter og små designere, samt der findes større industrier der producerer f.eks. kludetæpper.
Eksempler	www.nudiejeans.com/recycled-rugs/# www.youtube.com/watch?v=PTnUJqo5hJM www.ragrugcafe.com/toothbrush-rugs-complete-video-instructions-part-1-beginners

²³ www.wikihow.com/Make-a-Rag-Rug

TABEL 11 · TEKNOLOGI: REGENERERE BOMULD TIL VISKOSE

Regenerere bomuld til viskose	
Beskrivelse	Her udnyttes at bomuld er en cellulose fiber. Ved denne kemiske genanvendelse omdannes bomulden til kemisk modificeret (f.eks viscose) eller ren cellulose (f.eks. Lyocell) fibre (Morley et al. 2009). Ved denne teknologi kan tekstilet genanvendes til nye fibre uden store kvalitetstab som det ses ved forkortelse af fibre ved mekanisk genanvendelse.
Input	Bomuld eller bomuldsblandinger hvor bomuld udgør hovedparten.
Output	Viskose eller ren cellulose som kan laves til nye tekstiler.
Miljøforhold	Der er ingen viden om hvor energikrævende processen er eller hvilke ressourcer der kræves, da teknologien pt. kun benyttes i meget lille skala. Outputtet erstatter nye virgine fibre og det miljømæssige potentiale i teknologien er derfor stort.
Udviklingsstadiet	Denne teknologi er stadig på forskning og udviklingsstadiet. www.renewcell.se
Eksempler	I følge Morley et al. 2009 skulle der på både Manchester University, Chalmers University og Saxion University foregå forskning i teknologien.

TABEL 12 · TEKNOLOGI: SORTERING AF BLANDEDE TEKSTILER

Sortering af blandede tekstiler	
Beskrivelse	Sortering af blandede tekstiler fra bl.a. beklædning, er en af de største udfordringer i forbindelse med tekstil genanvendelse. Der findes ingen komplet automatisk teknologi til sortering af blandede tekstiler og tekstilsortering fåregår hovedsageligt manuelt både i Europa og resten af verden. Ved flere europæiske udviklingsprojekter arbejdes med at udvikle sensorteknologi til sortering af beklædning og tæpper (Kløverpris & Strandesen 2012). Identifikation af farve og materiale (bomuld, polyester osv.) sker ved hjælp af NIR-teknologi (near-infrared), som er en velkendt teknologi, der anvendes mange steder i affalds- og oparbejdningsindustrien. Der har været igangsat flere udviklingsprojekter inden for genanvendelse af tekstiler baseret på NIR-teknologien, men det har i praksis vist sig svært at drive på kommercielle vilkår. En af grundene til at automatisk sorteringsteknologi ikke er slået igennem på blandet brugt beklædning er, at værdien stadig ligger i at finde de bedste 10 % som kan sælges videre til høj pris i genbrugsbutikker – dette gøres bedst manuelt.
Input	Blandede tekstiler
Output	Udsorterede tekstiler. I nogle tilfælde sortere virksomheder manuelt i op til 400 forskellige fraktioner, baseret på først mange forskellige kategorier af gensalgspotentiale, dernæst tekstiltype eller blandingsforhold, renhed, farve mv.
Miljøforhold	-
Udviklingsstadiet	Fuld automatisk sortering er på forskning og udviklingsstadiet. Manuel og halv automatisk sortering drives på kommerciel skala. www.youtube.com/watch?v=34Dp0wfJ4lk
Eksempler	www.soex.de www.texaid.ch www.textiles4textiles.eu www.easyget.hu/en/

7 EKSISTERENDE PRODUKTER AF GENANVENDETE TEKSTILER

Som inspiration præsenteres fem danske og seks udenlandske eksempler på produkter fra genanvendt tekstil.

7.1 FEM DANSKE EKSEMPLER

DANSK EKSEMPEL 1 · NONWOWEN PRODUKTER FRA FORMFIBER DENMARK APS



Kilde: www.formfiber.dk

DANSK EKSEMPEL 2 · TVIST KLUD TIL F.EKS. AUTOVÆRKSTEDER FÅS HOS TOOLWORLD.DK



Kilde: www.toolworld.dk/produkt/16739/Tvist-kulort-25-kg

EKSEMPEL 3 · KLUDE TIL OPTØRING/PUDSNING FRA DTL A/S



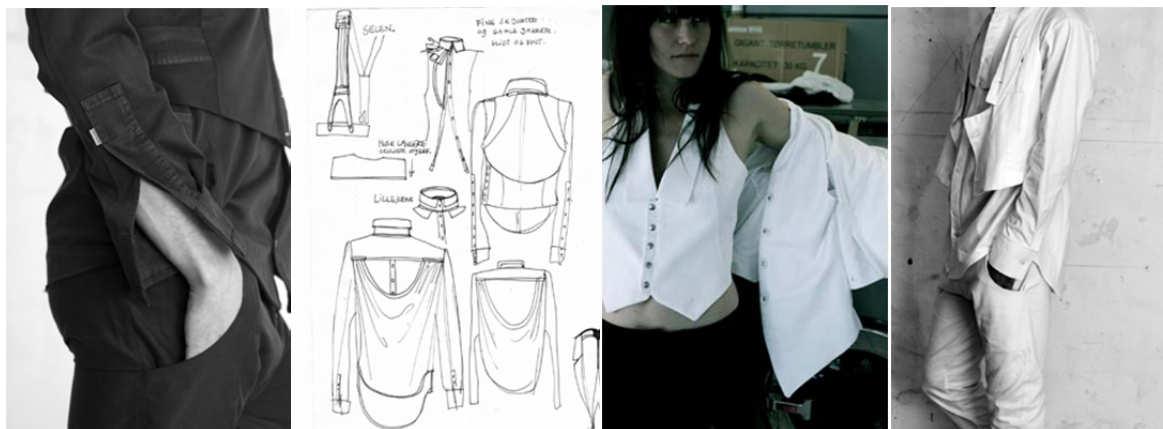
Kilde: www.dtl.as

EKSEMPEL 4 · TASKE SYET AF BRUGT HABITJAKKE FRA COVERS BY CHARITE SLIPS



Kilde: www.coversbycharite.dk

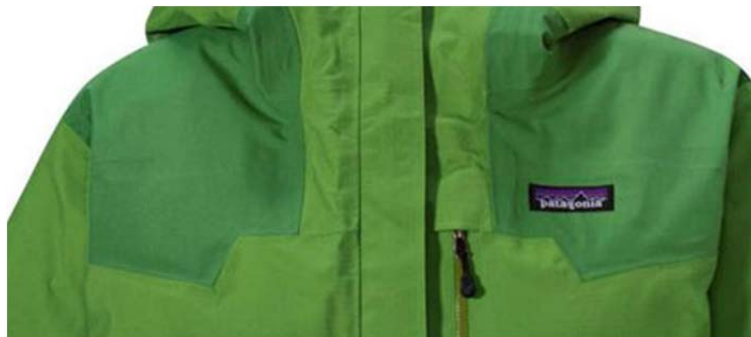
EKSEMPEL 5 · TØJ AF TEKSTILER FRA DAMPVASKERIER FRA SORT SLIPS HVIDT SLIPS



Kilde: www.sortslipshvidtslips.dk

7.2 SEKS UDENLASKE EKSEMPLER

UDENLANSK EKSEMPEL 1 · LUKKET MATERIALEKREDSLØB VED PATAGONIAS COMMON THREAD PARTNERSHIP



Kilde: www.patagonia.com/us/common-threads/

UDENLANSK EKSEMPEL 2 · DELPRODUKTER TIL BILINDUSTRIEN FRA BORGERS



Kilde: http://www.borgers.de/fileadmin/archiv/1allg_zugaengl_PDFs/broschueren/e_TechTex_FINAL_klein.pdf

UDENLANSK EKSEMPEL 3 · TASKER FRA SIKKERHEDSSELER SAMT ANDRE PRODUKTER KAN KØBES HOS ETSY



Kilde: www.etsy.com

UDENLANDSK EKSEMPEL 4 · LYDISOLERINGSPLADER FRA ACOUSTIC SOLUTIONS INC



Kilde: www.acousticalsolutions.com/ecosorpt-wall-panels

UDENLANDSK EKSEMPEL 5 · LAVKVALITETSTÆPPER FRA SHODDY INDUSTRI I PANIPAT, INDIEN



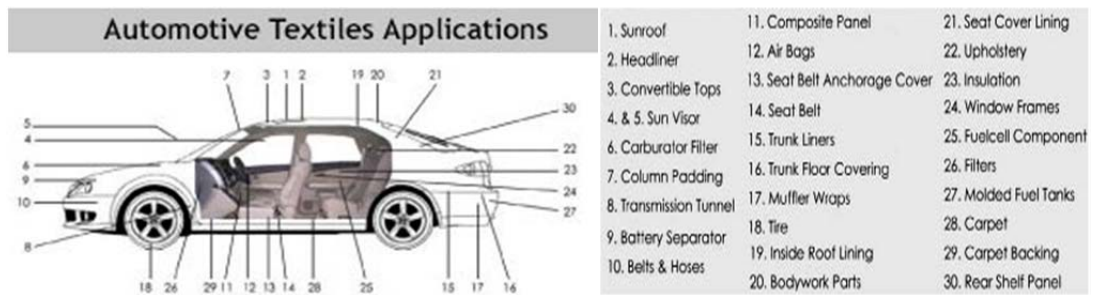
Kilde: www.timmitchell.co.uk

UDENLANDSK EKSEMPEL 6 · TERMISK ISOLERINGSPRODUKTER FRA METISSE



Kilde: www.isolantmetisse.com

UDENLANDSK EKSEMPEL 7 · OVERBLIK OVER TEKSTILER BRUGT I BILINDUSTRIEN (DOG IKKE ALLE GENANVENDT)



Kilde: www.fibre2fashion.com/industry-article/technology-industry-article/application-of-textiles-in-automobile/application-of-textiles-in-automobile1.asp

UDENLANDSK EKSEMPEL 8 · REGENERERET GARN FRA PRATO OMRÅDET I ITALIEN – HER FRA CARDATO

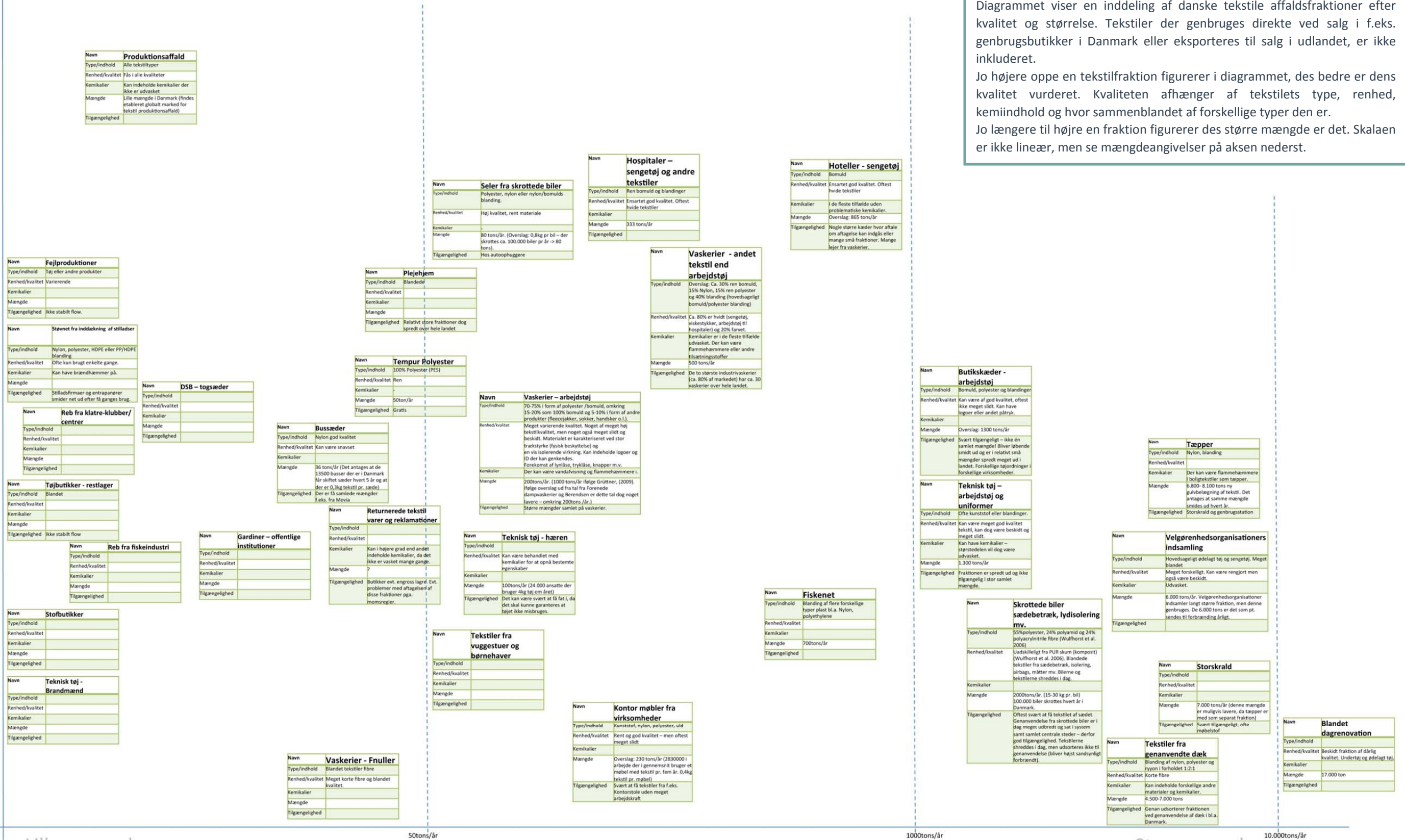


Kilde: www.cardato.it/en

Kvalitet af tekstilet

Høj kvalitet

Lav kvalitet



HIERARKIET
 Diagrammet viser en inddeling af danske tekstile affaldsfraktioner efter kvalitet og størrelse. Tekstiler der genbruges direkte ved salg i f.eks. genbrugsbutikker i Danmark eller eksporteres til salg i udlandet, er ikke inkluderet.
 Jo højere oppe en tekstilfraktion figurerer i diagrammet, des bedre er dens kvalitet vurderet. Kvaliteten afhænger af tekstilets type, renhed, kemiindhold og hvor sammenblandet af forskellige typer den er.
 Jo længere til højre en fraktion figurerer des større mængde er det. Skalaen er ikke lineær, men se mængdeangivelser på akserne nederst.

Lille mængde 50tons/år 100tons/år Stor mængde 10.000tons/år

M æ n g d e t i l g æ n g e l i g t

9 VURDERING AF MULIGHED FOR PRODUKT- OG TEKNOLOGIUDVIKLING

Der er et klart forbedringspotentiale omkring miljøbelastningen i tekstilindustrien og dette kommer uundgåeligt til at ændre industrien i fremtiden. En løsning på miljøproblemerne i tekstilindustrien kan være at begrænse *fast fashion* og den generelle høje udskiftning af tekstiler indenfor beklædning og bolig - men dette er ikke en løsning, som man får tekstilindustrien til at drive. For tekstilindustrien er en effektiv og renere produktion samt genanvendelse af tekstiler til nye tekstiler en attraktiv løsning, hvor der stadig kan sælges store mængder tekstilprodukter.

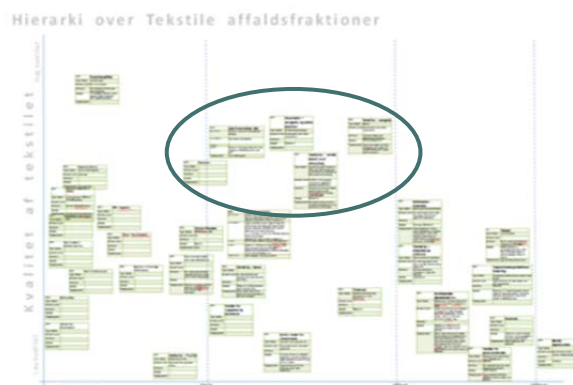
I rapporten *Recycling of Low Grade Clothing Waste* (Morley et al. 2006) fra 2006 konkluderes det, at der er meget lille mulighed for værdiskabende forretning indenfor genanvendelse af tekstiler på de nuværende markeder med den nuværende teknologi. Rapporten *Forundersøgelse vedr. etablering af tekstilmølle i Danmark* konkluderer også, at der i Danmark ikke er en industri, der har tekstilmængder, der er store nok til at der er et reelt potentiale i at genanvende disse mængder i Danmark.

For at genanvendelse er økonomisk interessant skal der optimalt set være store ensartede mængder til rådighed. I Danmark er klart den største mængde tekstilaffald at finde hos dagrenovation, storskrald (møbler, tæpper mv.) samt blandede kasserede tekstiler fra indsamlingsorganisationer.

Der er overordnet to måder hvorved tekstilgenanvendelse kan blive mere økonomisk bæredygtig: i) Der er brug for en teknologi, der kan oparbejde brugte tekstiler uden at fibre mister mærkbar kvalitet, således at der kan konkurreres med produktion af virgine fibre, ii) Der er brug for store ensartede mængder, enten fra industrien eller ved at udvikle billig sorteringsteknologi til de store sammenblandede beklædningsfraktioner.

Ifølge oversigten over tekstilmængder i afsnit 8, kan der i Danmark findes samlede fraktioner med genanvendelsespotentiale.

FIGUR 2 · FRAKTIONER MED POTENTIALE – UDSNIT FRA OVERSIGTEN I AFSNIT 8



På Figur 2 er markeret det område på oversigten fra afsnit 8, hvor det vurderes at der er størst genanvendelsespotentiale. Tekstilerne stammer fra hospitaler, industrivaskerier, plejehjem og hoteller. Der er tale om relativt ensartede og samlede mængder, som derved logistisk er til at få fat i uden de sammenblandes, og det vil være muligt at indgå aftale med de aktører, der skiller sig af med tekstilerne, omkring en form for sortering. Tekstilerne er af god kraftig kvalitet, ofte hvid bomuld, og tekstilerne smides ud, før de er meget slidte. Det er med disse tekstiler også muligt at opnå fuld indsigt i, hvilke materialer de består af og hvilke kemikalier de indeholder, hvilket ofte er en af de største barrierer for genanvendelse. Disse fraktioner ender i

dag i høj grad i forbrænding eller bliver brugt til kludeproduktion. Der er potentiale i at genanvende disse tekstiler, således at de går ind og erstatter virgine tekstiler enten ved at indgå i nye produkter eller ved at få opkradset og genspundet tekstilerne til ny tråd.

De største mængder i Danmark stammer fra husholdninger (ses til højre i oversigten i afsnit 8). Disse fraktioner er umiddelbart interessante, fordi de er store, men de er desværre sammenblandinger af mange tekstiltyper, og der er brug for meget behandling og sortering, før de vil kunne genanvendes. Der findes utallige varianter af tekstiler og sammenblandinger af fibre, og der kommer konstant nye typer på markedet. Det vil derfor ikke være muligt at genanvende alle dele af disse fraktioner, og der vil i givet fald nok være tale om genanvendelse til lavkvalitetsprodukter. Dette kunne være som materiale til bygningselementer, materialer der kan støbeformes, eller som lydisolering. Udsorterede tekstiltyper fra fraktionerne vil kunne laves til sammenpressede, formstøbte eller *nonwoven* materialer. Der ligger en teknologiudviklingsmulighed i at udvikle sorteringsanlæg til disse fraktioner i Danmark. En sortering i rene kategorier specifikt rettet mod forskellige anvendelsesmuligheder, vil bidrage til væsentlig værdiskabelse ved fraktionerne. En sortering af tekstiler i Danmark skal underbygges af en indsamlingsinfrastruktur, hvor tekstilerne indsamles separat fra andet affald. Det er her vigtigt, at der skelnes mellem tekstiler, der kan genbruges, og tekstiler, der kun kan genanvendes – og der ligger en væsentlig udfordring i at få designet et indsamlingssystem, der tager højde for denne problematik, således at tekstiler, der kan genbruges, ikke sendes til genanvendelse.

Der kan være små og mellemstore virksomheder i Danmark, der vil kunne bruge nogle af de mindre fraktioner (ses til venstre på oversigten i afsnit 8) som inputmateriale. Fraktionerne vil enten kunne indgå i findelt form, sammenblandet med andre (binde)materialer eller som hele tekstilstykker i nye produkter. Fraktioner som reb eller uniformer vil kunne indgå på innovativ måde i nye produkter.

En faktor der i fremtiden kan bidrage til at drive genanvendelsen af tekstiler er forskellige former for miljøvaredeklarationer (EPD) eller mærkningsordninger. Mærkningsordninger vil kunne synliggøre miljøbelastninger og fremme efterspørgslen efter genanvendte materialer og produkter. Ifølge EN 15804 standarden som ligger til grund for EPD af byggevarer, så har sekundært materiale, som tekstilaffald kun en marginal miljøbelastning, og produkter, baseret på sådanne materialer, kan herved opnå en god miljøprofil. Interesseorganisationen Sustainable Apparel Coalition er, i samarbejde med nogle af de største tekstilvirksomheder i verden, i gang med udviklingen af et internationalt indeks²⁴ (The Higg Index), der kan udregne tøj og skos miljøprofil. Higg indekset krediterer i sin nuværende form (version 1.0) brugen af genanvendte fibre højt, og herved kan ønsket om en høj score ved dette indeks drive brugen og udviklingen af genanvendelse af tekstiler.

9.1 ANBEFALINGER OM DESIGN FOR GENANVENDELSE

Hvis der ved genanvendelse af både mindre fraktioner i små materialekredsløb og af de store blandede fraktioner, skal indfris et stort miljømæssigt og økonomisk potentiale, så er det centralt, at det bliver designet for genanvendelse. Design for genanvendelse betyder, at selve genanvendelsesprocessen tænkes med ind i designet af tekstilerne i forhold til både adskillelsesmuligheder, farvning, kemikalieforbrug, fibertype mv. Herved kan der designes tekstiler, som kan genanvendes til langt højere kvalitet. Dette bliver i dag ofte ikke gjort, fordi det ikke er designvirksomheden (eller tekstilproducenten), der ejer eller har kontrol med tekstilerne, når de havner som affald.

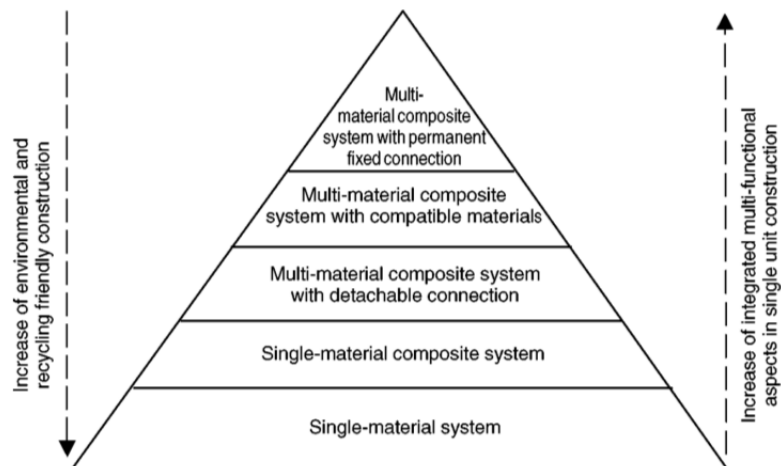
Eksempler på virksomheder, der designer til genanvendelse er førnævnte Patagonia, der sammen med den japanske tekstilproducent Teijin har designet en polyestertype, som kan genanvendes til nye tekstiler uden nævneværdigt kvalitetstab. Et andet eksempel er *Climatex* tekstilet fra den schweiziske virksomhed Gessner

²⁴ www.apparelcoalition.org/

AG²⁵. Climatex er et tekstil specifikt designet til genanvendelse. Tekstilet består af en sammenvævning af både kunstmateriale og naturlige fibre, men med en speciel genanvendelsesteknik kan virksomheden adskille de to materialer og genanvende dem i høj kvalitet.

Centralt for design til genanvendelse er samarbejdet mellem affaldsselskaber (eller oparbejdningsvirksomheder) og tekstilproducenter²⁶.

FIGUR 3 · DESIGN FOR GENANVENDELSE



Kilde: Wang 2006

Som Figur 3 viser, er det vigtigste ved design til genanvendelse, at tekstilerne er fremstillet i et enkelt materiale eller let kan adskilles til enkelte materialer. Tråde, der består af flere fibre eller uadskillelige sammensatte produkter, er svære at genanvende. Processer som limning, laminering eller syning resulterer i kompositter, der ikke kan adskilles. En mulighed for at opnå forskellige egenskaber ved tekstilerne kan opnås ved at kombinere forskellige slags tekstiler fra samme fiber (f.eks. PP fiber materiale og en PP film eller coating) (Wang 2006).

Et område hvor der er stort potentiale for design til genanvendelse er i bilindustrien. Som anslået på oversigten i afsnit 8 er der omkring 2000 tons tekstiler fra bilindustrien per år i Danmark. Denne fraktion bliver i dag ikke genanvendt, men bliver destrueret og sandsynligvis forbrændt efterfølgende. Ved at genanvendelsesvirksomheder gik i samarbejde med bilindustrien, og der blev designet til genanvendelse, ville denne fraktion økonomisk rentabelt kunne udvindes.

²⁵ www.climatex.com/recycling-and-upcycling.html

²⁶ Et eksempel på et sådan samarbejde er mellem H&M og I:CO. Se: www.about.hm.com/en/About/Sustainability/Commitments/Reduce-Reuse-Recycle/Garment-Collecting.html

10 REFERENCELISTE

- Beton, Adrien., Dias, Debora., Farrant, Laura., Gibon, Thomas., Le Gueren, Yannick., Desaxce, Marie., Perwuelz, Anne., & Boufateh, Ines., *JRC Scientific and Technical Reports Environmental Improvement Potential of Textiles (IMPRO-Textiles)*, (European Commission JRC – IPTS, 2011)
- Chang, Younhwa., Chen, Hsiou-Lien., & Francis, Sally., *Market Application for Recycled Postconsumer Fiber*, (Oregon State university, 1999)
- Ellen MacArthur Foundation, *Towards the Circular Economy: Volume 2*, 2013
- Farrant, Laura., *Environmental benefits from recycling clothes*, (Master Thesis DTU, 2008)
- FORCE Technology, interne undersøgelser i forbindelse med projekt, 2013
- EUWID, *The waste textiles market in Germany*, (EUWID Recycling And Waste Management, Issue 20, 2012)
- Grüttner, Henrik., *Idekatalog vedrørende muligheder for genanvendelse af udtjent arbejdstøj og måtter fra tekstilservice*, (Notat til DI service, 2009)
- Hansen, John., Fynholm, Peder., Nissen, Svend Erik., Kløverpris, Nanja Hedal., *Forundersøgelse vedr. etablering af tekstilmølle i Danmark*, (Teknologisk Institut, Byggeri og Anlæg, 2012)
- Kløverpris, Nanja Hedal & Strandesen, Maria., *Gaps i genanvendelsesprocesser – Technology outlook*, (FORCE Technology for Innovationsnetværket for Miljøteknologi, 2012)
- Morley, Nickolas., McGill, Ian., & Bartlett Caroline., *Maximising Reuse and Recycling of UK Clothing and Textiles EV0421*, (Oakdene Hollins for DEFRA, 2009)
- Morley, Nicholas., Slater, Stephen., Russel, Stephen. & Tipper, Matthew, *Recycling of Low Grade Clothing Waste*, (Oakdene Hollins Ltd, 2006)
- Nippres, Jayne., & Vivian, Sally., *Review of Data on Embodied water in Clothing Summery Report*, (WRAP, 2012)
- Norris, Lucy., *Recycling imported secondhand textiles in the shoddy mills in Panipat, India: an overview of the industry, its local impact and implications for the UK trade*. (UCL, 2012)
- Nørup, Nynne., 2011, *Genanvendelse og genbrug af tekstiler i Danmark: En massestrømsanalyse af potentialet for at øge genanvendelse af tekstiler, speciale fra miljøteknologi*, (SDU, 2011)
- Palm, David., *Improved waste management of textiles*, (Swedish Environmental Research Institute, 2011)
- Poulsen, Pia Brunn., Schmidt, Anders & Nielsen, Kristian Dammand., *Kortlægning af kemiske stoffer i tekstiler Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter* (FORCE Technology for Miljøstyrelsen, 2011)
- Regeringen, *Danmark uden affald – Genanvend mere – forbrænd mindre*, (www.danmark-uden-affald.dk, 2013)
- Schmidt, Anders., Strömberg, Karin., *Genanvendelse i LC- systemudvidelse*, (FORCE Technology & CIT Ekologik AB for Miljøstyrelsen, 2006)

Thomas, Bernie., Fishwick, Matt., Joyce, James & Santen, Anton van., *A Carbon Footprint for UK Clothing and Opportunities for Savings*, (WRAP, 2012)

Tobler-Rohr, Marion I., *Handbook of sustainable textile production*, (Woodhead Publishing, 2011)

Tojo, Naoko., Kogg, Beatrice., Kiørboe, Nikola., Kjær, Birgitte & Aalto, Kristiina., *Prevention of Textile Waste – material flows of textiles in three Nordic countries and suggestions on policy instruments*, (Nordic Council of Ministers, 2012)

Wang, Youjiang., *Recycling in textiles*, (Woodhead Publishing in textiles, 2006)

WRAP, *A Waste Footprint Assessment for UK Clothing*, Project Code: RNF100-009, <http://www.wrap.org.uk/content/valuing-our-clothes>

Wulforst, Burkhard., Gries, Thomas & Veit, Dieter., *Textile Technology*, (Carl Hanser Verlag, 2006)

Samling af hjemmesider refereret i rapporten²⁷:

www.acousticalsolutions.com/ecosorpt-wall-panels

www.advancenonwoven.dk

www.altex.de/contero/index.htm

www.apparelcoalition.org/

www.bematic.it

www.blog.designsquish.com/index.php?/site/C59

www.bondedlogic.com

www.borgers.de/fileadmin/archiv/1allg_zugaengl_PDFs/broschueren/e_TechTex_FINAL_klein.pdf

www.boso.nl/

www.c2ccertified.org

www.cardato.com/en/product.asp

www.cardato.it/en

www.climatex.com/recycling-and-upcycling.html

www.cotton.org/econ/prices/monthly.cfm

www.coversbycharite.dk

www.coversbycharite.dk

www.dan-web.com

www.dellorco-villani.it

www.desso.com

www.dtl.as

www.easyget.hu/en/

www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy

www.environdec.com

www.etsy.com

www.fibertex.com/da-DK (Fibertex i Danmark genanvender internt produktionsaffald)

²⁷ Alle besøgt oktober – november 2013

www.fibre2fashion.com/industry-article/technology-industry-article/application-of-textiles-in-automobile/application-of-textiles-in-automobile1.asp
[www.flugger.dk/Maling/Afdaekning/Afdaekningsfilt_Bruges_igen_og_igen\(AFD%C3%86K100CM\).aspx](http://www.flugger.dk/Maling/Afdaekning/Afdaekningsfilt_Bruges_igen_og_igen(AFD%C3%86K100CM).aspx)
www.bir.org/industry/textiles/
www.forbrugerkemi.dk/tema/tekstiler-og-kemi
www.formfiber.dk
www.forster-vlies.de
www.frandsenindustri.dk/
www.glaeser-textil-ulm.de/en/trading-production/used-clothes-shoes.html
www.haderslev.dk/borger/job-og-uddannelse/aktivering/kompetencecenter-haderslev/værksteder/værkstederne-i-vojens
www.textile-recycling.org.uk/
www.hivesa.com
www.isolantmetisse.com
www.isolantmetisse.com
www.jrfibres.co.uk/textile_recycle.php
www.klattermusen.se
www.laroche.fr
www.margasa.com
www.millerwastemills.com
www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Affald/Ressourcestrategien_virk/
www.nouratex-secondhandclothes.be/used-textile-recycling
www.nudiejeans.com/recycled-rugs/#
www.oakdenehollins.co.uk/pdf/defr01_058_low_grade_clothing-public_v2.pdf
www.patagonia.com/us/common-threads/
www.patagonia.com/us/footprint/read-the-story/?assetid=68388
www.patagonia.com/us/popup/common_threads/faqs.jsp
www.pierret.com/en
www.ragrugcafe.com/toothbrush-rugs-complete-video-instructions-part-1-beginners
www.recycled-textile.com
www.re-mo.eu/
www.renewcell.se
www.rvn-textilrecycling.de
www.soex.de
www.sortslipshvidtslips.dk
www.sortslipshvidtslips.dk/home.html
www.teijin.com
www.teijin.com
www.texaid.ch
www.textiles4textiles.eu
www.timitchell.co.uk
www.toolworld.dk/produkt/16739/Tvist-kulort-25-kg
www.toray.com/news/fiber/nr111021.html
www.trash-couture.com
www.varfrankenhuis.nl/en

www.wornclothing.co.uk/projects/indian-shoddy-industry/

www.youtube.com/watch?v=34Dp0wfJ4Ik

www.youtube.com/watch?v=43Nt7YSABKg

www.youtube.com/watch?v=PTnUJqo5hJM

www.youtube.com/watch?v=z1R8FAj7vuk