

Textiel en duurzaamheid

De noodzaak van ketentransformatie

Ir. Ger Brinks* en Drs Anton Luiken⁺

^{**}Saxion Hogeschool, kenniscentrum Design en Technologie, lectoraat Smart FunctionalMaterials, ⁺Alcon Advies.



Samenvatting

Grondstoffen schaarste is een van de grootste uitdagingen voor de textielindustrie. Dit wordt veroorzaakt door afnemende of beperkte voorraden grondstoffen, olie, water en land terwijl de vraag toeneemt o.a. door toenemende welvaart en industriële activiteit zoals bijv. in China en India. Dit is een wereldwijd verschijnsel en het leidt tot meer onderlinge afhankelijkheden tussen landen en regio's. Er zullen dan ook maatregelen genomen moeten worden om hier een goed antwoord op te vinden en de volgende actielijnen moeten in gang worden gezet:

1. Betere/meer efficiënt productie- en distributie keten
2. Efficiëntere productiesystemen zoals digitale processen
3. Beperking van grondstoffengebruik en recycling van materialen
4. Vervangen van traditionele grondstoffen door nieuwe minder belastende materialen.
5. Aanpassen van het ontwerp proces, rekening houdend met recycling en gerecyclede materialen.

De problemen van de industriële textielketen en de impact ervan op het milieu worden niet alleen veroorzaakt door inefficiënte en vervuilende processen maar ook door een zeer ondermaatse order- en productieketen.

Duurzaamheid is allang het stadium van trend ontgroeid. Het is een keiharde noodzaak geworden om op onze begrensde aarde te overleven. De focus ligt dan ook op het belang voor de toekomstige generaties. Echter in de driehoek People – Planet – Profit (door sommigen ook ingevuld als Prosperity) is het van groot belang om te optimaliseren binnen deze driehoek. Zonder het aspect profit mee te wegen gebeurt er niets. Recycling is een belangrijk thema om bovengenoemde problemen aan te pakken. Al tijdens het ontwerp van producten kan al rekening gehouden worden met recycling. Door materiaalkeuze kan verlenging van de

levens- of gebruiksduur verkregen worden, bijv. door minder slijtage of sterkere materialen te gebruiken. Dit is een reële optie. Doel is dan om al tijdens het ontwerp van textiele producten, incl. de aan te brengen functies en gebruik een product zodanig vormgeven dat hergebruik een goede optie is.

Biopolymeren zijn materialen met een natuurlijke herkomst en zijn al in gebruik sinds mensenheugenis. Vooral in de textielindustrie is het gebruik van biomaterialen natuurlijk allang gemeengoed, denk aan katoen, wol, zijde maar ook aan geregenereerde cellulose als bijv. Lyocell. Het gebruik van biopolymeren in de textielindustrie verlaagt de druk op schaarse. Op olie gebaseerde synthetische materialen, of kostbare grondstoffen.

Aantoonbaar duurzaam vereist onderbouwing door rationele analyse om greenwashing tegen te gaan. Duurzaam vereist ook een keten benadering: de gehele keten speelt hierin mee dus ook de textielproducenten. Hiervoor is het nodig om een analyse te maken van de inzet van huidige materialen en te onderzoeken op welke wijze die vervangen kunnen worden door biobased materialen.

Digitaliseren van de textielketen lijkt ook een methode om de duurzaamheid van de keten te verbeteren. Made-to-measure en individualisatie zijn belangrijke drivers voor de digitalisering van de textielketen. Goedkope bodyscanners en de beschikbaarheid van goede digitale printers zijn belangrijke enablers, waardoor de traditionele textielindustrie in de komende jaren een belangrijke transformatie zal ondergaan. De technologische doorbraken die hierachter zitten worden gedreven door de opkomende vraag naar mass customization en de noodzaak van ecologisch vriendelijke processen. Dat betekent dus een productiesysteem waarin alle nog noodzakelijke unit operations aan elkaar gekoppeld zijn tot een samenhangend geheel: de "factory of the future". Traditioneel was het doek de verbindende schakel tussen de verschillende stappen. In de nieuwe situatie is digitale informatie en input/output variabelen.

Uit het voorgaande kan geconcludeerd worden dat er enorm geïnvesteerd moet worden in innovatie om de duurzaamheidsagenda uit te voeren. Dat wil zeggen dat ondernemers moeten investeren om dit mogelijk te maken. We hebben ook gezien dat de driver voor innovaties op dit terrein afhankelijk zijn van de factor winst die te verwachten is door deze investeringen. Innoveren betekent ook risico's lopen. Om de financiële prikkels en risico's te managen is er een belangrijke rol voor de overheid. Het doel van de overheid als launching customer is het stimuleren van innovatie en de verspreiding van innovatieve producten en diensten door het vergroten van de vraag naar deze producten en diensten. Omdat bedrijven in dit geval de overheid als eerste klant hebben, zullen zij eerder geneigd zijn te investeren in innovaties.

Textiel en duurzaamheid zijn sterk met elkaar verweven. Veel onderzoek heeft al allerlei initiatieven en zakelijke activiteiten opgeleverd en er is nog veel meer onderzoek gaande. Uitgaande van de duurzaamheidsagenda van textiel kunnen we stellen dat een zakelijk interessante textiel industrie tot de kansen behoort voor de BV Nederland.

1. Grondstoffen: de materiaalbalans

Grondstoffen schaarste is een van de grootste uitdagingen voor de textielindustrie. Dit wordt veroorzaakt door afnemende of beperkte voorradengrondstoffen, olie, water en land terwijl de vraag toeneemt o.a. door toenemende welvaart en industriële activiteit zoals bijv. in China en India. Dit is een wereldwijd verschijnsel en het leidt tot meer onderlinge afhankelijkheden tussen landen en regio's.

Voor de textielindustrie heeft dit grote gevolgen. Er zullen dan ook maatregelen genomen moeten worden om hier een goed antwoord op te vinden en de volgende actielijnen moeten in gang worden gezet:

6. Betere/meer efficiënt productie- en distributie keten
7. Efficiëntere productiesystemen zoals digitale processen
8. Beperking van grondstoffengebruik en recycling van materialen
9. Vervangen van traditionele grondstoffen door nieuwe minder belastende materialen.
10. Aanpassen van het ontwerp proces, rekening houdend met recycling en gerecyclede materialen.

Economisch gezien lijdt schaarste tot prijsstijgingen en dit doet zich wereldwijd voor. Er is toenemend sprake van een kloof tussen aanbod en vraag naar textielvezels en de industrie heeft nu al te maken met sterk stijgende prijzen van de vezels (1).

In 2008 werd er ongeveer 67 miljoen ton aan textielvezels verbruikt. Vergelijk dit met 77 miljoen ton aan staal, 230 miljoen ton aan kunststoffen of 380 miljoen ton papier. In de tabel hieronder een overzicht van het verbruik (2).

	1975 (in kt)	2008 (in kt)	Growth (%)
Polyester	3,370	30,320	799,7
Polyamide	2,490	3,560	42,9
Acrylic	1,390	1,890	72,66
Cellulosic man-made	3,200	3,530	10,3
Wool	1,580	1,200	-24,0
Cotton	11,720	24,300	107,3
Total production	23,940	67,300	181,1

Het vezelverbruik is 11 kg per persoon, met voor Amerikaanse consumenten 32 kg per persoon, in Europa ca 25 kg per persoon, de Turkse en Mexicaanse consument 10 kg per persoon en Indiase en Chinese consumenten met 4 kg per persoon. De wereldwijde vezelconsumptie is gegroeid met 7 a 10% per jaar tussen 2002 en 2007 en is mede door de snelle mode ontwikkelingen nog steeds groeiend. Met de huidige groei zal de wereldwijde textielvezelconsumptie in 2020 op 110 miljoen ton liggen. Dit leidt tot een aantal problemen:

1. Textiel wordt nog steeds weinig gerecycled. 80 % van ons staal wordt gerecycled, 65 % van het papier en 30% van het plastic. Voor textiel is dit nog maar 15 a 20%.
2. Textiel verbruikt veel hulpstoffen zoals water (200 liter voor een kg polyester, 8000 liter voor een kg katoen), energie (60 MJ voor een kg katoengaren en 109 MJ voor een kg polyestervezel) en het gebruikt veel landoppervlakte. Een Amerikaanse of Europese consument heeft 600 m² aan land nodig om in zijn jaarlijkse vezelbehoefte te voorzien. Katoen

vereist irrigatie en verbruikt dus water dat ook voor menselijke consumptie gebruikt zou kunnen worden. Het vereist bovendien het gebruik van pesticiden en draagt dus bij aan de vervuiling en verzilting van de bodem. Tot nu toe wordt 60 miljoen ton textiel per jaar verbrand of gedumpt op de vuilstort.

3. Door de fragmentatie en globalisatie van de supply chain is het moeilijk om de impact op het milieu te reduceren. Dit geldt zowel voor de productie als voor de recycling. Papier, staal of kunststoffen hebben betere georganiseerde compactere ketens (productie en afzet meer regionaal georganiseerd; bij textiel en met name kleding is productie en consumptie grotendeels van elkaar gescheiden). Dus het omzetten van textiel in een duurzame industrie is moeilijk door vrijwillige overeenkomsten, collectieve convenanten, gedwongen maatregelen of regelgeving te bewerkstelligen.
4. Door materiaaltekorten gaat de vezelprijs omhoog en is al gestegen van rond €1,60 naar € 3,00 per kg. Katoen concurreert met land voor landbouw dat minder water verbruikt en hogere opbrengsten heeft. Dit prijsmechanisme is wel een belangrijke driver voor veranderingen. Hogere vezelprijzen scheppen meer ruimte voor alternatieve en duurdere vezels zoals polymelkzuur, bamboe, vlas of hennep. Het is ook een driver voor meer efficiënte processen en productieketens. Nieuwe processen zoals verven met CO₂ of digitaal printen verbeteren het duurzaamheidsprofiel en reduceren de kosten. Belangrijk is ook de ontwikkeling van lage temperatuur katalytische processen zoals het gebruik van enzymen in ontsterken en bleken. Hogere prijzen bevorderen de kansen voor recycling (3,4,5).

De problemen van de industriële textielketen en de impact ervan op het milieu worden niet alleen veroorzaakt door inefficiënte en vervuilende processen maar ook door een zeer ondermaatse order- en productieketen. Ter illustratie de EU markt: in 2009 had de textielindustrie een totale waarde van 211 miljard euro. Ruwweg is deze opgebouwd uit 40% mode/kleding, 30% interieur en 30 % technische textiel. Van de kleding gerelateerde hoeveelheid wordt ongeveer 40% verkocht tegen de normale handelsprijzen, 25% tegen kortingen, bijv. in de uitverkoop en de rest wordt vernietigd! Dus door het niet functioneren van de keten bereikt een groot deel van de geproduceerde textiel de consument niet. Dat wil zeggen dat een totale waarde van ruwweg 20 miljard euro jaarlijks vernietigd wordt. (bron: Euratex). Dit is een praktijk die in deze tijd niet meer acceptabel is. Het is niet alleen de waarde in geld, maar ook de investeringen in energie, grondstoffen en hulpstoffen die mede vernietigd worden. Digitaliseren van de volledige keten, inclusief ordering, productie en recycling is dan ook een must.

De duurzaamheidsagenda moet dus afnemende behoefte aan vezels omvatten, maar ook de hele keten meer efficiënt laten werken. Daarnaast moet in het gebruik (easy care, recycling) de noodzaak voor efficiënt gebruik een grotere rol gaan spelen. De wereldwijde wetgevingssituatie met grote verschillen in bijvoorbeeld milieu wetgeving plaats landen die minder gereguleerd zijn in een voordeelpositie ten opzichte van minder gereguleerde landen.

2. Duurzaamheid en textiel

Hoewel de term duurzaamheid de laatste tijd aan inflatie onderhevig is doordat deze te pas en te onpas wordt gebruikt, is de doelstelling die eraan ten grondslag ligt essentieel voor de toekomst (7-17).

Duurzaamheid is allang het stadium van trend ontgroeid. Het is een keiharde noodzaak geworden om op onze begrensde aarde te overleven. De focus ligt dan ook op het belang voor de toekomstige generaties. Echter in de driehoek People – Planet – Profit (door sommigen ook ingevuld als Prosperity) is het van groot belang om te optimaliseren binnen deze driehoek. Zonder het aspect profit mee te wegen gebeurt er niets (6). Denk hierbij ook aan het recent gelanceerde initiatief van Nederland als grondstoffen rotonde: opwerking van secundaire materialen (afval) tot basis materialen voor de industrie (Tweede Kamerlid Stientje van Veldhoven en Joop Atsma, staatssecretaris milieu). Actieve deelname in de grondstoffen rotonde discussie is voor de branche van groot belang.

Om “greenwashing” of zelfs contraproductieve acties te vermijden moeten duurzaamheid en duurzaamheidsclaims worden onderbouwd met harde feiten. Hiervoor is het eerst nodig om de huidige impact op milieu en samenleving vast te stellen. Levenscyclusanalyses (LCA's) zijn hiervoor een goed middel, waarbij echter wel duidelijkheid moet worden verschaft over de afbakening van de LCA (wat wordt nog wel en wat wordt niet meegenomen in de analyse; zie hiervoor ook de PAS 2050 en PAS 2060 guidelines; (45) en de herkomst van de data die gebruikt worden. Analyse zal leiden tot een objectieve (en gestandaardiseerde) beoordeling van de duurzaamheid van materialen en producten. En dat kan dan weer gebruikt worden in de objectieve communicatie naar afnemers en misschien ook wel om de duurzaamheidsclaims van concurrenten eens aan een kritische beschouwing te onderwerpen.

Maar ook het beperken van het energieverbruik tijdens de productie dragen bij aan de duurzaamheid van een product. Energieverbruik tijdens textielproductie is aanzienlijk. Het streven is naar een CO₂ neutrale productieketen, dus met netto geen energieverbruik. Maar... Duurzame textiel en behoud van energie: kan dat eigenlijk wel? Bij het nadenken over duurzaamheid en andere op energiebehoud gerichte concepten, is het belangrijk om te bedenken dat energie uiteindelijk geld (kosten) is, langs welke weg dan ook.

Probleem is dat bij productie en gebruik van materialen verliezen ontstaan, bijvoorbeeld mechanische slijtage, waardoor materiaal verdwijnt, of veroudering door bijv. blootstelling aan de atmosfeer, zonlicht en vocht. Dit is al direct energieverlies: de energie die nodig was om het textiel te produceren.

Een belangrijke parameter om na te gaan wat er precies gebeurt is exergie. Exergie is een maat voor de kwaliteit van de energie (bijvoorbeeld de temperatuur van een vloeistof: hoe hoger die is, des te meer je er mee kunt doen).

Elke stap bij de productie van textiel gebruikt energie. Er is dus erg veel energie gebruikt voordat een kledingstuk uiteindelijk bij de eindgebruiker in de kast hangt. Er is tegelijkertijd erg veel exergie verloren. En dat is het echte probleem.

Het verwerken van afvaltextiel terug naar bruikbare materialen kost weer energie, maar daardoor neemt het exergieniveau weer toe (nuttig te gebruiken). Geen enkele proces heeft een rendement van 100%, daardoor zal het uiteindelijk exergieniveau nooit meer behaald kunnen worden. Daarom is het hergebruik van textiel in laagwaardiger en langdurige toepassingen zeer zinvol, behalve als het geschikt maken voor deze toepassingen weer veel energie kost. In dat geval spannen we het paard achter de wagen en kunnen we gebruikte textiel betere direct na gebruik omzetten in energie.

3. Duurzame productontwikkeling in textiel en kleding

In het algemeen kan worden gesteld dat de duurzaamheid van producten toeneemt als ze langer gebruikt worden, dus als daarmee de consumptie van nieuwe materialen afneemt. 20% minder nieuwe kleding staat gelijk aan 20% duurzamer. Daarnaast kan er ook in het ontwerp, de materialenkeuze en onderhoud en reiniging milieuwinst worden gemaakt.

Over duurzame productontwikkeling bestaat nog veel onduidelijkheid. Vaak wordt gedacht dat alleen natuurlijke hernieuwbare grondstoffen duurzaam zijn, maar dat lijkt in tegenspraak met het feit dat de productie van katoen en wol erg vervuילend is. Uit een studie van Made-by blijkt dat gerecyclede vezels en vezels die lokaal geproduceerd worden (vlas en hennep) de meest duurzame vezels zijn. In de ranking van Made-by scoort eco-katoen beter dan PLA en polyester, terwijl normale katoen, wol en polyamide het slechtst uit de duurzaamheidsvergelijking komen (46).

Ook het gebruik van kleurstoffen is een punt van aandacht. Producten die uit hygiënische gronden vaak gereinigd moeten worden kunnen het best helemaal niet of in een hele lichte kleur worden geverfd. Hele diepe kleuren zouden vermeden moeten worden, omdat daarvoor onevenredig veel kleurstof voor nodig is (een zwarte kleur bevat al gauw 3-5 gewicht% kleurstof). Ook in de productie levert dit extra vervuiling op doordat het fixatierendement bij diepe kleuren sterk terugloopt en er veel extra water nodig is om niet gefixeerde kleurstoffen uit te wassen. Daarnaast moet de ontwerper bij het kiezen van kleuren zich rekenschap geven dat nog steeds een aantal kleurstoffen hun kleur en eigenschappen te danken hebben aan metaal-ionen zoals koper en nikkel. Natuurlijke kleurstoffen kunnen goed passen in een ecologische lijn, maar zijn niet per definitie duurzamer dan synthetische kleurstoffen. De duurzaamheid hangt sterk samen met de toepassing en de eisen die gesteld worden aan bijvoorbeeld licht- en wasechtheid.

Met het oog op eventueel hergebruik of recycling is ongeverfde textiel te verkiezen boven gekleurde textiel en is uni-geverfd weer te verkiezen boven een veel-kleurig artikel. De hergebruiks- of herverwerkingsmogelijkheden nemen af met het aantal kleuren dat gebruikt is.

Het ontwerp van producten is vaak zeer bepalend voor de duurzaamheid omdat hierbij beslist wordt welke materialen gebruikt worden, welke accessoires worden toegevoegd en van welke effecten het doek voorzien moet worden. Met het oog op duurzaamheid is het van belang dat de materialen zo worden gekozen dat het product lang kan meegaan. Bij deze keuze moeten dus de functionele eigenschappen van de materialen voorop staan (slijtvastheid, treksterkte, ademendheid). Producten waarvan verwacht mag worden dat ze maar kort gebruikt gaan worden (bijv. modische kleding) kunnen uit duurzaamheidsoverwegingen beter in lichtere stoffen (= minder

materiaalverbruik) worden uitgevoerd. Of er kan gekozen worden voor een meer duurzame basis, die van allerlei losse modische accessoires wordt voorzien. Effecten als stonewash, ausbrenner en andere chemische of mechanische effecten zouden bij voorkeur achterwege gelaten moeten worden omdat hiermee de technische levensduur, en daarmee de duurzaamheid, van de producten (soms) dramatisch afneemt.

Ook ritsen en knopen moeten van een goede kwaliteit zijn en mogen eigenlijk nooit een reden zijn om producten af te danken. Dat kan betekenen dat een iets zwaardere rits moet worden gebruikt of een knoop er iets beter aangezet moet worden. Waar in vroegere tijden producten werden gerepareerd (nieuwe rits inzetten) moet er nu van uit worden gegaan dat een kapotte rits reden is om het product af te danken.

Bekend is dat met name veel modische artikelen onverkocht blijven. Deze artikelen gaan vaak direct naar sorteerbedrijven en vinden dan hun weg naar de consument in Afrika, Oost-Europa of waar dan ook op de wereld. Het zou veel duurzamer zijn als de producten pas werden geproduceerd als ze verkocht waren. De eerste voorbeelden hiervan zijn in de markt, zoals het Belgische Bivolino, waar je online kleding kunt ontwerpen en bestellen en deze na een aantal dagen thuisbezorgd krijgt. In het Europese onderzoeksproject Leapfrog (48) is aan de ontwikkeling van vergaande geautomatiseerde kledingproductie gewerkt. Dergelijke technologie zal in de toekomst grootschalige toepassing van made to measure een stuk dichterbij brengen en daarmee helpen de duurzaamheid te vergroten (alles wat geproduceerd wordt, wordt dan ook daadwerkelijk verkocht en gebruikt).

En als het product dan, na een langdurig gebruik, om wat voor reden dan ook wordt afgedankt, dan zou het op de een of andere wijze hergebruikt moeten worden. Er zijn in principe diverse mogelijkheden: direct hergebruik (tweede hands kleding), hergebruik van onderdelen, hergebruik van de vezels, verbranden met herwinning van energie, compostering van de materialen of het opsmelten van de vezels en er nieuwe vezels uit spinnen. Een aantal van deze opties is alleen toepasbaar als de producten aan bepaalde eisen voldoen zoals bijv dat er maar één grondstof is gebruikt(39).

3.1. Recycling

Per jaar produceert de textielindustrie 25 miljoen kg katoen. Aan het einde van de levenscyclus wordt katoen afval. Zoals eerder al gesteld de vraag naar katoen neemt toe en er wordt verwacht dat tot 2050 de vraag met 20% zal stijgen. De problemen die dit gaat veroorzaken in termen van duurzaamheid zijn hierboven al besproken. Hergebruik of recycling kan de druk op deze vraag dus aanzienlijk doen afnemen. Voor dit hergebruik op industriële schaal is volume nodig. In Europa wordt per jaar zo'n 2 miljoen ton textiel ingezameld, waarvan ruwweg de helft bestaat uit katoen. Brengen we het hergebruik bijv als tweede hands kleding in mindering dan zal het aanbod aan katoen ongeveer 300.000 ton bedragen.

Recycling van textiel gaat onherroepelijk gebeuren. Hiervoor is het nodig om aan te kunnen geven of een recyclingproces zinvol is in termen van duurzaamheid. Dus onderbouwing bijv. door een LCA of een energie/exergie analyse is nodig om greenwashing of suboptimale oplossingen te vermijden. De volgende opties zijn in praktijk of in onderzoek.

1. Hergebruik van textiel via inzameling en het als tweede hands kleding weer in de markt brengen, zoals bijv. via de inzameling door charitatieve en commerciële instellingen zoals het leger des heils/Reshare, KICI, Humana (47). Veel aangeboden tweede hands kleding gaat naar de ontwikkelingslanden
2. Textiel afval (geautomatiseerd) scheiden (zie oa. www.textiles4textiles.eu) in bij elkaar horende fracties: op soort, samenstelling kleur en vervolgens kunnen deze fracties uit elkaar worden gehaald tot materiaal dat weer opnieuw tot bijv. non woven wordt verwerkt en in producten kan worden toegepast. Uiteenrafelen tot kleine fracties en daarvoor nieuwe toepassingen ontwikkelen zoals Texperium dat doet is een mooie manier. Er blijft echter een rest over die niet hergebruikt kan worden.
3. De fracties omzetten in opnieuw te gebruiken garens zou een ultiem doel zijn. Alternatief: van het materiaal nieuwe producten maken met een andere toepassing.
4. Dit uit elkaar halen gaat zover dat er weer nieuwe garens van kunnen worden gesponnen (gebeurt in Italië al op redelijke schaalgrootte).
5. Het te recyclen materiaal na scheiding in fracties oplossen in een geschikt medium. De toegevoegde functies zoals coating, pigmenten etc. worden dan gescheiden van het textiel. De opgeloste textiel opnieuw verspinnen tot bruikbare filamenten en nieuwe garens maken. Dit is nu in onderzoek.
6. Verbranden is ook een optie. Het betekent onomkeerbare vernietiging en het oogsten van de verbrandingsenergie. Echter de hoeveelheid energie, water en andere grondstoffen die in het katoen zijn "geïnvesteed" worden niet teruggewonnen. Dus vinden we deze optie voor katoen niet goed genoeg; voor sommige kunstvezels zoals Polypropyleen zou beide kunnen.
7. Synthetische garens, gebaseerd op cellulose vezels zijn in productie sinds het begin van de 20^e eeuw. De belangrijkste grondstof hiervoor is van plantaardige herkomst zoals hout of resten van gewassen. Deze voortbrengingsketen omvat het traditionele spinnen van garens gebaseerd op geregenereerde cellulose vezels zoals viscose en lyocell, productie van non wovens enzovoorts. Maar de productie van deze materialen sluit niet aan bij de moderne eisen ten aanzien van duurzaamheid. Echter gebruikmaken van al bestaand katoen en via een oplosproces nieuwe vezels maken zou een optie kunnen zijn. Dit is nu in onderzoek.
8. Hergebruik van katoen, zoals bekend een cellulose vezel, zou ook kunnen plaatsvinden in de papierindustrie. Helaas zijn de kwaliteiten die na het uiteenrafelen ontstaan hiervoor (nog) ongeschikt.

Bovenstaande geldt zowel voor textielen als voor nonwovens. Deze laatste categorie wordt vaak als disposable ingezet.

Materialen geschikt maken voor recycling is een groot onderzoeksterrein. Textielrecyclingbedrijven investeren momenteel in nieuwe machines en R&D om vezels te produceren die weer bijgemengd kunnen worden bij het spinnen van garens. Een voorbeeld hiervan is Leigh-fibers in de VS en Texperium (18-20).

Intermezzo Texperium

Recentelijk (2010) is in Haaksbergen de stichting Texperium opgericht, met het doel hoogwaardige textielrecycling te bevorderen. Texperium is een initiatief van Peter Bos, Gerard Reimert (beiden directeur bij Frankenhuis) en Anton Luiken (Alcon Advies). Texperium is een open innovatiecentrum waar kennis van textiel, textiele verwerking en productontwikkeling samenkomt. Texperium kent een deelnemersstructuur, waarbij de deelnemers hun expertise inbrengen. De gecombineerde expertise van alle deelnemers maakt het mogelijk om in een relatief kort tijdsbestek en tegen lage kosten, economisch en milieutechnisch verantwoorde oplossingen te ontwikkelen voor specifieke textiele afvalstromen. Deelnemers in Texperium hebben hun achtergrond in retail, textielproductie, textielsortering en textielresearch.

Texperium is tot stand gekomen door een samenwerking van de oprichters met diverse partijen, zoals de Provincie Overijssel, Regio Twente, Innovatieplatform Twente, Oost NV en Kennispark. Al deze partijen hebben op financieel en/of organisatorisch gebied een bijdrage geleverd. Hierdoor is de stichting Texperium in staat de komende jaren apparatuur aan te schaffen waarmee op semi-industriële wijze textielrecycling processen kunnen worden ontwikkeld, uitgevoerd en prototypes van eindproducten kunnen worden gemaakt. Texperium verwacht hiermee bedrijven te helpen om de stap naar marktintroduktie van producten met een hoog gehalte aan gerecyclede vezels te maken.

Texperium biedt een platform voor projecten in textielrecycling. In projecten wordt er naar gestreefd aanbieders van textiele afvalstromen te koppelen aan bedrijven die op basis van herwonnen vezels weer nieuwe producten in de markt kunnen afzetten. Soms is dat dezelfde partij (kringloop van textiele materialen binnen het bedrijf), maar vaak ook bedrijven uit een andere sector van de textiel- en kledingketen. Hierbij wordencascades van toepassingen van herwonnen textiele vezels ontwikkeld. Bij de projecten staat altijd de economische haalbaarheid voorop. Het heeft in de visie van Texperium geen zin om producten te ontwikkelen met en voor deelnemers als er geen zicht is op een commercieel succes. Alleen als er aan het eind van de keten voldoende geld met de ontwikkelde producten kan worden verdiend, zal er ook daadwerkelijk sprake zijn van hoogwaardig hergebruik en een duurzamesamenwerking tussen toeleveranciers van textiele afvallen, verwerkers en partijen die de producten in de markt kunnen afzetten.

KLM-project

Een voorbeeld van een project dat onder leiding van Texperium is uitgevoerd had betrekking op de verwerking van de uniformen van KLM-stewardessen. In een gezamenlijk project, waarin onder andere KLM, Frankenhuis, Reshare, D'Andrea en Evers, Saxion Hogeschool, Agentschap NL en Alcon Adviesparticipeerden, is onderzocht in hoeverre de vezelmateriaal opnieuw ingezet zouden kunnen worden in hoogwaardige textiele toepassingen. Hiervoor zijn de uniformen ingezameld en vervezeld, zodat zeker was dat de uniformen niet meer in omloop zouden kunnen komen. Met de herwonnen vezels, een menging van voornamelijk wol en polyester met kleine fracties polyamide en katoen, is een non-woven naaldvilt gemaakt. Dit non-woven naaldvilt is op diverse manieren verder bewerkt (onder andere door het te kalanderen en te lamineren), waardoor een goed herbruikbaar materiaal werd verkregen. Dit materiaal is als uitgangspunt genomen voor de ontwikkeling van diverse producten met als thema "reizen". Hieruit zijn prototypes gemaakt van tassen, kofferriemen en slippers. Momenteel worden een aantal producten verder ontwikkeld en wordt de productie ter hand genomen.

3.2. Al tijdens ontwerp: design voor recycling

Tijdens het ontwerp van producten kan rekening gehouden worden met recycling. Door materiaalkeuze kan verlenging van de levens- of gebruiksduur verkregen worden, bijv. door minder slijtage of sterkere materialen te gebruiken. Dit is een reële optie. Doel is dan om al tijdens het ontwerp van textiele producten, incl. de aan te brengen functies en gebruik een product zodanig

vormgeven dat hergebruik een goede optie is. Het ontwerp moet dan zodanig uitgevoerd worden dat gebruik gemaakt kan worden van gerecyclede materialen, rekening houdend met veranderde materiaaleigenschappen. Het is dus van groot belang dat het concept Design voor recycling als methodiek voor het ontwikkelen wordt ingevoerd. Een actueel voorbeeld is het recyclebare vliegtuig van Airbus uitgelegd in hun visie voor 2050.



Ramen van biopolymeer, bekabeling (2 miljoen km per vliegtuig!) wordt weggewerkt in het (textiel-)materiaal van het vliegtuig. Het lichaamsgewicht, temperatuur en beweging van de passagier worden omgezet in energie. Stoelen en tapijt zijn voorzien van water en vuil afstotende coating. Het vliegtuig en het interieur zijn gemaakt van zelfherstellende materialen. Met andere woorden in het design ervan wordt hergebruik als uitgangspunt genomen (41).

3.3. Biopolymeren

Biopolymeren zijn al in gebruik sinds mensenheugenis. Vooral in de textielindustrie is het gebruik van biomaterialen natuurlijk allang gemeengoed, denk aan katoen, wol, zijde maar ook aan geregenereerde cellulose als bijv. Lyocell (30,31). Het gebruik van biopolymeren in de textielindustrie verlaagt de druk op schaarse. Op olie gebaseerde synthetische materialen, of kostbare grondstoffen.

Definitie biopolymeren

Biopolymeren zijn polymeren die worden geproduceerd uit natuurlijke hernieuwbare grondstoffen. Materialen zoals Polymelkzuur en cellulose derivaten vallen binnen deze definitie.

Biologisch afbreekbare of biobased biopolymeren

De term Biopolymeren wordt in de praktijk gebruikt als een verzamelnaam voor 2 verschillende soorten polymeren, dit zijn biologisch afbreekbare polymeren polymeren en biobased polymeren.

Biologisch afbreekbare polymeren zijn polymeren die biodegradeerbaar of composteerbaar zijn. Biodegradatie houdt in dat de afbraak gekatalyseerd wordt door biologische activiteit (micro organismen), wat leidt tot mineralisatie (= het doen overgaan in anorganische stof; van Dale 14.0) en/of biomassa. De soort afbreekbaarheid van het polymeer hangt af van zijn omgeving, dit wordt onderverdeeld in vier categorieën:

- Bodem, soil burial

- Water, zeewater
- Anaeroob, vergisting
- Compostering, industrieel of particulier (49)

Wol, katoen, leer en hout zijn in feite ook biopolymeren. In de huidige tijd hanteren we de definitie anders: Biopolymeren zijn thermoplastische polymeren die worden geproduceerd uit natuurlijke hernieuwbare grondstoffen. Materialen zoals Polymelkzuur en cellulose derivaten vallen binnen deze definitie. De nadruk ligt dus op de synthetische polymeren gemaakt van hernieuwbare grondstoffen. Er is daarmee een directe koppeling met polymeerchemie en nanotechnologie. Daarnaast is er hernieuwde aandacht voor meer traditionele materialen zoals vlas e.d. Hieronder een aantal voorbeelden.

Polymelkzuur of PLA is een biopolymeer die ook in diverse vezelvormen beschikbaar is. Het wordt al op beperkte schaal (<1%) in textiel toegepast. De Teijin groep heeft een nieuwe hittebestendig polymeer ontwikkeld gebaseerd op poly L melkzuur en poly D melkzuur.

Naast PLA zijn er inmiddels ook nog vele andere biopolymeren op de markt, zoals:

- Triexta (PolytrimethyleneTerephthalate,PTT) dat tot 37% bestaat uit hernieuwbare grondstof uit mais (zoals de Sorona vezel van DuPont)
- Polyhydroxyalkanoaat (PHA);
- Polyamide 11 uit castor olie;
- Polyamide 6,10 dat voor minimaal 60% bestaat uit hernieuwbare grondstof uit castor olie (zoals Ultramid Balance van BASF);
- Polybutylenesuccinaat (PBS);
- Thermoplastisch zetmeel (TPS);
- Cellulose esters;
- Biodegradeerbare gemengde polyesters.

Daarnaast zijn Teijin en DSM actief om traditionele polymeren te vervaardigen uit hernieuwbare grondstoffen: Aramide, PE, PET kunnen al uit (deels-) hernieuwbare grondstoffen (suiker, hout) gemaakt worden. Veel van deze biopolymeren zijn echter (nog) niet beschikbaar als vezel, maar kunnen al wel als coatings en laminaten worden verkregen en toegepast in de textielindustrie. De milieuverdienste van dergelijke polymeren staat nog vaak ter discussie, omdat voor de winning en opwerking van de biopolymeren vaak nog veel energie nodig is (21-24).

Polyamide 11 uit castor olie: Greenfil© is een nylon vezels van olie uit ricinuszaad (boon), de olie wordt castor olie geneemd. De zaden bevatten tussen 40% en 60% olie die rijk is aan triglyceride, hoofdzakelijk ricinolein. Dit wordt omgezet in nylon 11 onder de merknaam Rilsan (Arkema groep en Solfil). De merknaam van het nieuwe polymeer wordt Greenfil© (33-35).

Biopolymeer coating op textiel is natuurlijk ook een optie. Bij het Finse VTT, wordt onderzoek gedaan naar biopolymeren zoals Chitosan en pectine. Doel van dit onderzoek is o.a. om aan te tonen dat met biomaterialen of hernieuwbare materialen geschikte coatings kunnen worden gemaakt. Deze polymeren werden met gemicroniseerde klei deeltjes gemengd en er werden processen ontwikkeld om de uiteindelijke coating vloeistof te produceren, zoals bijv. ultrasoon

dispergeren van de deeltjes in de coating polymeer oplossing. Vervolgens werd technologie ontwikkeld om ze aan te brengen op bijv. polymelkzuur, polyester en Polyetheen. Hierbij werd gebruik gemaakt van plasma technieken om de oppervlakken geschikt te maken voor hechting, dus reactiever te maken. De coating werd met spincoating aangebracht (36,37).

Intermezzo: Een andere benadering

Bio-mimetica of bionica is productontwikkeling naar analogie van probleemoplossing door de natuur. Een bekende manier om een technisch probleem op te lossen is om eens te kijken hoe door de evolutie, in de natuur dergelijke problemen zijn opgelost. Een bekend voorbeeld is het lotuseffect: een nano-structuur aanwezig op het oppervlakte van de bladeren van de lotusbloem zorgt ervoor dat water niet in contact kan komen met het onderliggende materiaal. We hebben dit vertaald in een nanocoating. Selfhealing is ook zo'n terrein: wonden genezen en bomen herstellen zich. Bekend is dat oude Romeinse gebouwen lang kunnen overleven doordat de het cement kalktransport naar scheuren mogelijk maakt.

Dit is relevant voor de textielindustrie want er zijn aanwijzingen dat deze benadering kan leiden tot nieuwe oplossingen voor textielmaterialen en constructies met specifieke functies. Bijvoorbeeld sterk en licht.

Technische textiel en op vezels gebaseerde composieten bieden een schitterende mogelijkheid om op de biologie geïnspireerde ideeën via de bio-mimetica om te zetten in innovatieve materialen en constructies. Hierbij kunnen we ook productiemethodes toepassen die vergelijkbaar zijn met die in de natuur. Denk hierbij ook aan de mogelijkheden voor energiebesparing tijdens de productie van vezels en aan de materialen die beter recyclebaar/hernieuwbaar zijn. En smart? De kameleon kan afhankelijk van de omgeving zijn kleur aanpassen en maakt dus gebruik van informatie uit de omgeving die via sensoren (ogen) worden omgezet door een processor (hersens) in een reactie (kleurverandering). Deze kleurverandering is een fysisch/chemisch proces. Wanneer we deze processen goed begrijpen kunnen we coatings of kleurstoffen ontwikkelen die in textiel ingebouwd hetzelfde effect kunnen bewerkstelligen. Een mooie uitdaging voor textielchemici in samenwerking met biologen (32).

3.3.1. Traditionele biomaterialen

We zien hernieuwde belangstelling voor vezels van natuurlijke herkomst.

Biopolymeren die al geruime tijd bestaan en al gebruikt worden in de GEO-textiel zijn:

- Kokos
- Jute
- Hennep
- Vlas
- Bamboe
- Leer
- Wol
- Katoen
- Brandnetel

Deze biopolymeren zijn mogelijk een goede vervanging voor synthetische polymeren. Daarom zullen de eigenschappen en toepassingsmogelijkheden van enkele van deze producten beschreven worden.

Vezelhennep herontdekt in textiel

Vroeger werd vezelhennep op grote schaal in Europa geteeld om er kleding van te maken, schilderdoeken, zeilen voor de scheepvaart, touwen, enzovoorts. Hennep is een snelgroeiend gewas, dat het in Nederlands klimaat goed doet. Het bedrijf Dunagro uit Oude-Pekela (Oost-Groningen) heeft hiertoe een revolutionaire nieuwe installatie aangeschaft. Hiermee kan een vezelfractie worden verkregen die verwerkt kan worden op katoenmachines.

In een Duitse regio wordt momenteel met steun van Europa opnieuw een productieketen uit de grond gestampt om hennep te telen en daarvan hennepweefsels te maken. Zo worden jeans geweven op basis van de hennepvezel. In Duitsland werd dit project uitgeroepen tot een van de meest innovatieve projecten (25-27).

Jute weer in de belangstelling

Jute is een lange, zachte, glanzende, plantaardige vezel die tot ruwe, sterke draden kan worden gesponnen. Het wordt verkregen uit planten die voornamelijk in warme, vochtige gebieden voorkomen, zoals in India, Bangladesh en China. Jute is een van de goedkoopste natuurlijke vezels, en na katoen de meest gebruikte. Jute staat weer in de belangstelling. Van jute worden onder andere matten gemaakt om gronderosie te verhinderen. Voor deze toepassing is een biologisch afbreekbare vezel essentieel. Verder wordt jute gebruikt voor het maken van zakken en ruw doek. De vezels worden tevens geweven tot gordijnen, stoelbekledingen en tapijten met een biologisch/groen tintje. Niettemin kan het in bepaalde omstandigheden van belang zijn dat het te kiezen materiaal biologisch afbreekbaar is. Een voorbeeld van dergelijk gebruik is de keuze voor jute als materiaal voor omhulsels van jonge bomen, die direct met het omhulsel moeten kunnen worden geplant.

Textiel van bamboe

In deze tijd van duurzaamheid en natuurlijkegrondstoffen wordt bamboe weer interessant. Bamboe steekt gunstig af tegenbijvoorbeeld katoen, omdat de opbrengst per oppervlakte eenheid vele malen groter is, het gewas geen kunstmest nodig heeft en veel minder afhankelijk is van irrigatie (28). De draageigenschappen zijn minstens even goed als die van katoen, het neemt goed vocht op en absorbeert in enige mate lichaamsgeurtjes. De kostprijs ligt ongeveer 8 a 10 keer boven die van katoen, mede veroorzaakt door schaalgrootte en verwerkingsproces. Er is ook een variant die als lyocel bamboe op de markt is gebracht. Dus een geregenereerde bamboe. De vraag is dan of juist het duurzame karakter ervan dan geen geweld wordt aangedaan (50).



De kokosvezel

De kokosvezel is biodegradeerbaar en renewable. De vezel wordt ingezet als bodemverbeteraar. Het garen wordt meestal toegepast als tweestrengsgaren. Bekend zijn de geweven kokosmatten. Deze worden als vloerbedekking ingezet, maar ook als wandbekleding. Bij dit laatste wordt gebruik gemaakt van de vlam vertragende eigenschappen, thermische isolatie en ook wel om decoratieve eigenschappen. Als geotextiel wordt kokosvezel ingezet tegen bodemerosie (29).

Het einde van onderzoek om de gehele grondstofketen duurzaam te maken is nog lang niet in zicht. We verwachten dat uiteindelijk alle polymeren die in de

textiel worden ingezet op duurzame wijze geproduceerd gaan worden, uitgaande van hernieuwbare grondstoffen. Hieronder een paar kanttekeningen.

Brandneteltextiel

Textiel van brandnetels staan ook in de belangstelling. Uit de stengel van de grote brandnetel worden vezels gewonnen en verwerkt tot neteldoek. Tegenwoordig wordt op kleine schaal van brandnetels textiel geproduceerd. Modelabel Brennells heeft in provincie Flevoland (NL) eigen brandnetelplantages en ontwikkelt daar een innovatief productieproces voor het losweken van de hoogwaardige vezels. Het netelgaren wordt gemengd met katoen. De brandnetelvezel is van nature een holle vezel die een isolerende werking geeft tijdens het dragen. Uit de praktijk blijkt dat brandnetelstof door die holle vezels makkelijker aanverft. De kleuren worden daardoor mooi en diep. Wanneer de brandnetelvezel gemengd wordt met andere vezelsoorten, neemt het die eigenschappen over. Door brandnetelvezel te mengen met bijvoorbeeld wol, worden de eigenschappen en de uitstraling van de wol in de stof versterkt. Brandnetelvezel is 30 tot 50% lichter dan katoenvezel.

3.4. Voor- en nadelen van synthetische biopolymeren

Biopolymeren hebben natuurlijk voordelen in het gebruik omdat ze geen beslag leggen op niet hernieuwbare grondstoffen. Toch zijn er ook nog een aantal kanttekeningen te plaatsen. Hieronder puntsgewijs de voor- en nadelen.

Voordelen:

1. Biopolymeren worden geproduceerd uit hernieuwbare grondstoffen. Dit geeft een grotere onafhankelijkheid van de klassieke grondstofproducenten, waaronder de aardolie- en gasproducenten. Echter moet bedacht worden, dat er weer een afhankelijkheid van andere grondstofproducenten kan ontstaan.
2. Biopolymeren kunnen, door o.a. additieven en voortschrijdende productietechnieken, steeds meer de eigenschappen krijgen van 'traditionele polymeren' gewonnen uit aardolie. Echter het is nog niet duidelijk of ze alle eigenschappen van de 'traditionele polymeren' kunnen krijgen.
3. Biopolymeren zijn een duurzaam alternatief voor polymeren die gemaakt worden op basis van aardolie. Men streeft ernaar om alles dat van traditionele synthetische kunststof wordt gemaakt, ook van biopolymeren te maken. Het grote voordeel is dan dat biopolymeren worden toegepast in een gesloten kringloop, cradle-to-cradle (C2C). Daarmee wordt het verbruik van fossiele brandstoffen verminderd en de uitstoot van CO₂ beperkt. Toekomstige generaties worden niet opgezaaid met afval- en milieuproblemen.
4. Voor de productie en verwerking van biopolymeren is minder energie nodig, dan voor de productie van conventionele grondstoffen.

Nadelen:

1. De prijs van biopolymeren is hoger dan voor traditionele polymeren. Het is (nog) niet mogelijk c.q. erg moeilijk in het productieproces om alle eigenschappen van 'traditionele polymeren' met biopolymeren te realiseren. Zo kunnen de huidige composteerbare biopolymeren slecht tegen hitte en vocht.

2. De productiecapaciteit van biopolymeren is momenteel veel kleiner dan productiecapaciteit van de 'traditionele polymeren'. In 2007 was de productiecapaciteit ongeveer 1% van de totale polymeren productiecapaciteit, en tot 2014 wordt een jaarlijkse groei van 13% verwacht.
3. Er is veel grondoppervlak voor nodig is en er is veel water voor nodig. Daarmee concurreren ze bijvoorbeeld met de voedselproductie in arme landen (vgl. de discussie over biobrandstof).

Het is daarom nog niet vanzelfsprekend dat bio-based polymers een lagere milieu-impact hebben dan op olie-gebaseerde polymeren. De levensduur/gebruiksdur van bio-polymeren zal daar een belangrijke invloed op hebben. Deze hangt weer samen met zaken als bestendigheid tegen weer, UV, temperatuur en de stabiliteit van de mechanische eigenschappen (kruip, modulus).

3.4. Ketenaanpak: Biobased materialenketen

Zoals eerder al opgemerkt vereist aantoonbaar duurzaam onderbouwing door rationele analyse om greenwashing tegen te gaan. Dus onderbouwen is noodzakelijk. Duurzaam vereist een keten benadering: de gehele keten speelt hierin mee dus ook de textielproducenten. Hiervoor is het nodig om een analyse te maken van de inzet van huidige materialen en te onderzoeken op welke wijze die vervangen kunnen worden door biobased materialen. Ook hier geldt dat een grondige analyse van het duurzaamheidsvoordeel gemaakt wordt. Benodigde kennis: grondige kennis van de materialen, hun eigenschappen en bewerkingstechnologie, inclusief gedrag bij het reinigen (en/of recyclen). Recycling is een eerste oplossing. Non woven disposables hoeven niet slecht voor het milieu te zijn bij goed geregelde recycling. Biopolymeren zoals PLA is een optie. Te verwachten is dat katoen dat via oplossing gerecycled kan worden tot nieuwe types geregenereerde cellulose leidt met betere draageigenschappen dan oorspronkelijke katoen of bijv. Tencel of lyocel. Daarnaast kunnen materialen gekozen worden die beter bestand zijn tegen slijtage: synthetische vezels. Bijvoorbeeld nieuwe types polyester die sterker zijn dan katoen, of blends die slijtvaster zijn. Ook kunnen anti-slijtage/vandalisme coatings worden toegepast, bijv keramische coatings.

Grondige kennis van materialen en hun eigenschappen ten opzichte van de traditionele materialen is dus een noodzaak om een en ander goed in te voeren. Dit geldt overigens niet alleen voor de materialen en vezels maar ook voor de gebruikte hulpstoffen. Milieuvriendelijke kleurstoffen voor Polyester zijn bijvoorbeeld ontwikkeld door Dystar. Dystar heeft een nieuwe reeks kleurstoffen aangekondigd. De Dianix serie dispersie kleurstoffen voor polyester is het resultaat van Dystarseconfidence programma. Dianix Plus als reeks was al sinds 2004 op de markt. De claim is nu: geen contaminatie met andere chemicaliën en ze voldoen aan allerlei ecolabel vereisten. Natuurlijk ook voor gerecyclede polyester. De nieuwe serie is samengesteld door streng te selecteren op de gebruikte grondstoffen en alleen die stoffen toe te laten die aan alle ecoregels voldoen (38). Een ander mooi voorbeeld, wellicht iets minder direct textiel gerelateerd: polyetheen (PE). DSM is bezig met een programma om PE uit hernieuwbare grondstoffen te produceren. Het Amerikaanse chemieconcern Dow

chemical en het Japanse concern Mitsui gaan in Brazilië PE produceren uit suikerriet. De basis hiervoor is het uit suikerriet gewonnen ethanol dat door dehydratatie wordt omgezet in etheen, de basis grondstof voor PE (40).

4. Transformatie van de textielketen

Digitaliseren van de textielketen lijkt onvermijdelijk. Made to measure en individualisatie zijn belangrijke drivers voor de digitalisering van de textielketen. Goedkope bodyscanners en de beschikbaarheid van goede digitale printers zijn belangrijke enablers, waardoor de traditionele textielindustrie in de komende jaren een belangrijke transformatie zal ondergaan.

Digitale Print Technologie is mogelijk met speciaal ontworpen inktjet printers. De technologische doorbraken die hierachter zitten worden gedreven door de opkomende vraag naar mass customization en de noodzaak van ecologisch vriendelijke processen. Met deze technologie is het mogelijk om op microschaal kleine hoeveelheden kleurstof, pigmenten of andere functionele stoffen op textiel aan te brengen met de mogelijkheid om die druppeltjes precies daar aan te brengen waar je dat wilt. Dat kan door gebruik te maken van nozzle technologie in een continu proces onder atmosferische omstandigheden bij kamertemperatuur. Inktjet processen vervangen conventionele processen, waarbij veel chemicaliën, water en energie wordt verbruikt. Enkele voorbeelden: digitaal aanbrengen van microscopische kleine hoeveelheden op textiel maakt hoge snelheid functionaliseren van textiel mogelijk voor beschermende kleding, continue processen en mass customization worden hierdoor mogelijk. Digitaal deponeren van microdruppeltjes zal de economie en de business modellen van de textielindustrie veranderen door hoge productiesnelheden, minder en/of anders opgeleid personeel en door productie afgestemd op de directe marktvraag. Het zal een paradigma verschuiving teweeg brengen in de productieorganisatie, logistiek, mode ontwerp en in de retail. Het zal ook grote invloed gaan hebben op de productie en distributie van werkkleding, interieurtextiel en technische textielen.

Er zal een ketentransformatie plaats moeten vinden vanuit de volgende perspectieven:

1. Aan elkaar koppelen van eindgebruiker/consument met de productie en distributie: mass customization en individuele orders.
2. Radicale verkorting van de productontwerpfase en van de productontwikkelingstappen door direct 3D ontwerp en virtuele productiesystemen.
3. Volledige integratie en afstemming van alle individuele processen en technologieën tot een samenhangende efficiënte en flexibele productie eenheid.
4. Verdergaande ontwikkelingen van concepten en middelen voor industriële mass customization en made-to-order ontwikkeling en productie van textiel en de integratie met verkooppunten en distributie (vgl de revolutie veroorzaakt door Dell).
5. Afstemming tussen deze veranderde voortbrengingsketen met de textielservice industrie.

4.1. Mass customization en de textiel keten

Zoals eerder al aangegeven is de huidige textielketen zeer inefficiënt, veroorzaakt het veel milieubelasting, veroorzaakt enorme afvalstromen en wordt

gekenmerkt door ongunstige arbeidsomstandigheden, zeker in lage lonen landen. Het veranderen van deze keten is geen sinecure en vereist nog veel onderzoek. Vanaf het begin moet er een omslag plaatsvinden in het denken over textiel productie ketens. De financiële belangen zijn groot. In 1970 bijv. was de marge die de tussenhandel maakte op textiel 15 a 20%. In 2008 was dit 35 %. De retail bruto winst op kleding was in 1970 rond 35 a 40%, dat is nu rond de 60%. Dat betekent dat het aandeel aan materiaalkosten in producten in de ontwikkelde landen is afgenomen van 50 naar 30%. De kosten voor vezels, het primaire materiaal, in nu veelal minder dan 2%. Ook zijn de arbeidskosten in de productie veel lager dan bijv de verkoop kosten in de retail. Marketing, ontwerp en branding kan oplopen tot 20% van de verkoopwaarde in de retail. Met andere woorden: de financiële prikkel om op materialen te besparen is marginaal. (3,42)

Toch zien we een verschuiving plaatsvinden, die door andere mechanismes gestuurd wordt. Voorgaande kostenanalyse gaf aan dat er een verschuiving plaatsvindt van materiële kosten naar immateriële kosten.

Immateriële activiteiten vertegenwoordigen nu meer waarde dan de productieactiviteiten. Bijv. design kosten zijn nu van groot belang voor een merken bedrijf. Het succes van een merk is meer afhankelijk van branding dan van intrinsieke productkwaliteit. De consument kiest nu meer op basis van merk maar is ook min of meer onvoorspelbaar geworden en bovendien zijn de markten nu zeer gefragmenteerd.

De toename van de retail marge kan ook een teken zijn van toenemende inefficiëntie in de keten of van gebrek aan controle over de kosten van de eigen organisatie. Natuurlijk hebben retailers te maken met inflatiekosten, personeelskosten, veiligheid en logistieke kosten. Hiervoor is een compensatie nodig in de vorm van hogere omzetten per m² winkeloppervlak.

Ondanks alle investeringen in ICT is de effectiviteit van de retail niet veel toegenomen. Een van de belangrijkste oorzaken hiervan is de onvrede bij de consument met het winkelaanbod: onjuiste maatvoering en slechte pasvorm. Deze onvrede zien we zowel in de USA als in Europa.

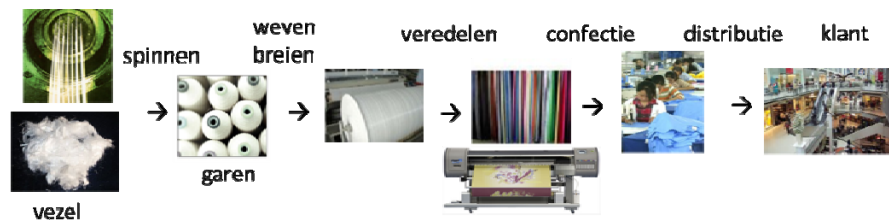
Een fundamenteel probleem dat hier mee te maken heeft is het werkmodel van de huidige industrie: productie voor voorraad in plaats productie voor opdracht. Het is nog steeds een push model: de industrie maakt en de producten worden door de keten geduwd naar de consument, met als gevolg afprijzen en onverkochte spullen. Hoewel de voortbrengingsketen wel efficiënter is gaan werken in termen van doorlooptijden, zie we toch dat er in hoofdzaak een shift is opgetreden van kortere productietijden waarbij het tijdsvoordeel teniet wordt gedaan door verplaatsing naar verre landen. Verticale integratie vooral bij branding en retail is een belangrijke trend: retailers domineren nu de gehele voortbrengingsketen (42).

Alles overziend kunnen we een aantal eisen opstellen waar een door mass customization gedreven keten aan zou moeten voldoen:

- Grote variëteit in productaanbod
- Klein volume per SKU
- Meer output
- Variatie in kwaliteit
- Hogere efficiency
- Minder kosten per eenheid product

Wanneer de keten drastisch getransformeerd moet worden kan dat eigenlijk alleen maar door digitaliseren van de gehele keten.

Van traditioneel



Naar



Dat heeft een groot aantal gevolgen:

- De opzet van de productie systemen moet drastisch veranderen
 - Meer machines die verschillende dingen kunnen of die per machine langzamer zijn of gespecialiseerd zijn.
 - Meer technologisch complex machines
 - Meer automatisering/digitalisering, minder arbeid
 - Meer specifieke/modulaire set up van de productie en distributie keten
 - Veranderde verhoudingen met klanten.

Dat betekent dus een productiesysteem waarin alle nog noodzakelijke unit operations aan elkaar gekoppeld zijn tot een samenhangend geheel: de "factory of the future". Traditioneel was het doek de verbindende schakel tussen de verschillende stappen. In de nieuwe situatie is digitale informatie en input/output variabelen.

Een dergelijke keten wordt gekenmerkt door

- Korte productie runs (enkele meters)
- Ongelimiteerde ontwerpvrijheid
- Directe omschakeling van het ene design naar het andere design
- Geen direct contact tussen printer en doek
- Ontwerpen, stalen maken en printing in één technologiesysteem (match to end product)
- Remote control, afstand tussen design, ordering en productie is geen issue
- Kortere snellere communicatie binnen de waardeketen
- Minimale voorraden
- Vereenvoudigde logistiek

- Verbeterd duurzaamheidsprofiel: minder energie, afval, chemicaliën
- Full width printing
- Rolltoroll
- Vereistvoorbehandeld doek (keten-ontkoppelingspunt)
- Fixeren kan in line plaatsvinden
- Volledig geautomatiseerd (24/7 productie)
- Remote control en diagnostiek: geïntegreerde keten
- Differentiatie: op elk marktsegment afgestemde kwaliteit
- Productiesnelheid varieert van 0,1 to 20 m/min, maar is eigenlijk niet meer bepalend.

5. Rol overheid en het stimuleren van innovatie in textiel

Uit het voorgaande kan geconcludeerd worden dat er enorm geïnvesteerd moet worden in innovatie om de duurzaamheidsagenda uit te voeren. Dat wil zeggen dat ondernemers moeten investeren om dit mogelijk te maken. We hebben ook gezien dat de driver voor innovaties op dit terrein afhankelijk zijn van de factor winst die te verwachten is door deze investeringen. Innoveren betekent ook risico's lopen. Om de financiële prikkels en risico's te managen is er een belangrijke rol voor de overheid. Technisch is alles mogelijk, het gaat bij duurzame energie vaak om het doorbreken van bestaande structuren. Als we met elkaar wat rekensommen maken, dan blijkt dat we heel snel aan de klimaatdoelstellingen kunnen voldoen. Duurzaamheid als marketingtool werkt niet. Consumenten worden ook argwanend als er vanuit de overheid verplichtingen gesteld worden. Zoals het energielabel, dat nog niet goed in elkaar zit. De overheid is overigens naast de consument wel een van de twee grootste beïnvloeders van de vraag, als gevolg van politieke doelstellingen. (43)

Instrumenten die de overheid kan inzetten bij het stimuleren van afzetmarkten voor innovatieve producten en diensten zijn in twee groepen in te delen.

1. Stimulering van de vraag via het optreden als launching customer: De overheid treedt zelf op als vragende partij door haar inkoop- en aanbestedingsbeleid. Hierdoor creëert de overheid een afzetmarkt voor bepaalde producten en diensten en vervult zij tegelijkertijd een voorbeeldfunctie (early adaptor) voor andere partijen. Dit moedigt private partijen aan om het desbetreffende product of dienst aan te schaffen.
2. Stimulering van de vraag bij private partijen: Door de inzet van instrumenten als vraagsubsidies, overheidscampagnes en keurmerken, maar ook door wet- en regelgeving kan de overheid de vraag naar bepaalde producten en diensten bij private partijen stimuleren. Een voorbeeld is de premie op milieuvriendelijke auto's en de wet- en regelgeving ten aanzien van het gebruik van een katalysator in auto's.

Het doel van de overheid als launching customer is het stimuleren van innovatie en de verspreiding van innovatieve producten en diensten door het vergroten van de vraag naar deze producten en diensten. Omdat bedrijven in dit geval de overheid als eerste klant hebben, zullen zij eerder geneigd zijn te investeren in innovaties.

Als de overheid als launching customer optreedt kan een belangrijkewisselwerking tussen overheid en bedrijfsleven gerealiseerd worden, waardoor in een vroeg stadium duidelijkheid ontstaat over wensen van de

overheid enerzijds en de (technologische) mogelijkheden van bedrijven anderzijds.

Voordelen voor bedrijven

- de overheid kan bijdragen in de kosten van bedrijven om te innoveren;
- de overheid treedt voor bedrijven op als eerste klant voor een innovatief product, wanneer het bedrijf voldoet aan vooraf gestelde vereisten;
- wanneer de overheid een nieuwe dienst of product in gebruik neemt, functioneert zij als early adopter, en geeft zo een signaal af aan andere afnemers, ook in het buitenland.

Voordelen voor overheden

- de overheid krijgt de beschikking over een nieuw en potentieel beter product;
- risico's delen met andere overheden en/of bedrijven;
- beter/snelser realiseren van maatschappelijke doelen;
- uitlokken en/of verspreiden van innovaties;
- leren door interactie met aanbieders (44).

We kunnen vaststellen dat zonder actieve ondersteuning door de overheid het uitvoeren van een groot aantal initiatieven in elk geval veel vertraging zal ontstaan. Als de overheid als launching customer optreedt zal de bereidheid om te investeren in elk geval veel groter zijn. Onze mening is dat dit zelfs beter zal werken dan de maatregelen voor duurzaam inkopen omdat daarbij de risico's toch eenzijdig bij de ondernemer wordt gelegd.

6. Vooruitblik

Uit het voorgaande kunnen we concluderen dat er al veel onderzoek en investeringen op het terrein van duurzaamheid plaatsvindt. Duurzaamheid heeft de kenmerken van trend al lang overstegen en is nu een voorwaarde voor overleving geworden. Hieronder een korte opsomming van lopende initiatieven en verwachtingen ten aanzien van timing. Het is van belang in dit kader om op te merken dat de textielbranche Modint/VTN bezig is met de uitwerking van een routekaart 2030 waarin duurzaamheid een dominante rol speelt. Het doel van deze routekaart is om een ontwikkel portfolio uit te voeren die de positie van de Nederlandse textiel industrie veilig moet stellen en moet versterken.

Recycling:

Gedreven door grondstoffen schaarste en kostenoverwegingen gaat dit gebeuren. Texperium bestaat al en op andere terreinen is recycling al gemeengoed, bijv. voor kunststoffen (plastics). Voor textiel is er nu een demonstrator gebouwd die textiel kan scheiden in verschillende fracties: katoen, Polyester, katoen/polyester mengsels, wol en nylon. Ook het scheiden van textiel op kleur is een optie. Daarnaast zou het gewenst zijn dat ook finishes herkend zouden kunnen worden. De verwachting is dat dit rond 2018 gerealiseerd wordt.

Een tweede belangrijke activiteit is onderzoek naar recycling tot het niveau van kleurloze, zo goed als nieuwe vezels, bijv door deze op te lossen in een geschikt

medium en daar dan weer nieuwe filamenten van te spinnen. Dit onderzoek loopt, maar het zal zeker nog tot na 2020 duren voordat dit op voldoende grote schaal mogelijk is. Ook moet worden nagegaan wat het energie (beter: exergie) effect is van zo'n proces.

Ten derde het project "recycling inontwerp". Dit project is een initiatief van Saxion hogeschool samen met Hogeschool Windesheim en de TU Delft. Hierin wordt onderzocht wat de verandering van materiaaleigenschappen zijn door het recyclingproces zodat tijdens een ontwerp hier mee rekening kan worden gehouden. Tegelijkertijd worden regels opgesteld voor het ontwerp van een product met als uitgangspunt: alle materialen moeten gerecycled kunnen worden. Het geheel zal worden onderbouwd met life cycle assessment om vast te stellen of dit echt wel duurzaamheidsvoordelen oplevert.

Biomaterialen:

Hier kunnen we kort over zijn. Gedreven door olie schaarste zal het rond 2020 mogelijk zijn om vrijwel alle op grote schaal gebruikte materialen met olie als grondstof te vervangen door biobased materialen. Welke invloed dit zal hebben op bijv. grondgebruik valt moeilijk te overzien. Technisch is de vervanging al mogelijk. Daarnaast is het aannemelijk dat de natuurlijke biomaterialen op grotere schaal zullen worden toegepast omdat de grondstofkostprijs ten opzichte van bijv. katoen relatief zal dalen.

De nieuwe textiel voortbrengingsketen:

Dit is een proces dat geleidijk plaats zal vinden en dat afhankelijk is van veel technologische ontwikkelingen en waarbij grote investeringen plaats moeten vinden. Delen zijn al mogelijk: 3D bodyscans en de web-based bestelsystemen. Digitaal printen van kleur is gemeengoed, voor andere functionaliteiten is nog onderzoek mogelijk. Dat zal rond 2016 in de volle breedte mogelijk zijn.

Het inbedden van het gehele productiesysteem in een factory of the future wordt bepaald door technologie en investeringsbereidheid. Het zou textielproductie plaat onafhankelijk maken en dus goede kansen scheppen voor Nederland. Is nog erg ver weg, maar zoals gezegd op deelgebieden is al veel mogelijk.

Ten slotte

Textiel en duurzaamheid zijn sterk met elkaar verweven. Veel onderzoek heeft al allerlei initiatieven en zakelijke activiteiten opgeleverd en er is nog veel meer onderzoek gaande. Als we kijken naar de duurzaamheidsagenda van de textielbranche kunnen we stellen dat een zakelijk interessante textiel industrie gebaseerd op duurzaamheid tot de kansrijke gebieden behoort voor de BV Nederland.

Enschede, november 2011

Bronnen

1. Munding, A. K.: Resource scarcity and textile production, Overview Report, Düsseldorf, ZTC Working Paper, No. 7/2009.
2. IVC-EV IndustrievereinigungChemiefasere.V., <http://www.ivc-ev.de>, July 27th, 2009.
3. MichielScheffer: Growth regimes and innovation in the current decade, to be published.
4. Bouwhuis, G.H.: The design of a novel environmentally improved industrial cotton pretreatment process, PhD thesis University of Twente, ISBN 978-90-365-3153-5, 2011.
5. G.H. Bouwhuis, G.J. Brinks, and M.M.C.G. Warmoeskerken: Organisation of industrial application of academic research on bio-catalytic pre-treatment processes of cotton. Abstract and lecture at the INTB conference 2011.
6. Van de Griendt J.S.: Baat het niet--- dan gaat het niet, Bouwfonds, lezing Modint routekaart project, Eindhoven maart 2011.
7. <http://en.wikipedia.org>,
8. www.dagvandeduurzaamheid.nu/,
9. www.eenvandaag.nl,
10. www.by-wire.net,
11. www.duurzaamheid.nl,
12. www.vpro.nl,
13. www.kvk.nl.
14. www.senternovem.nl.
15. www.awearness-fashion.nl/.
16. www.ecofashionworld.com/
17. www.greenfashion.eu/
18. www.ikt.nl
19. www.ecotextile.com,
20. www.texperium.com
21. <http://vocuspr.vocus.com>
22. www.polymeersportal.net
23. <http://afdelingen.kiviniria.net>
24. www.verpakkingsmanagement.nl
25. www.noorderlink.nl
26. www.miavamiljaarverslag2009.nl
27. <http://daglichtproductie.nl/jute>.
28. www.bioresourcesjournal.com
29. www.fibre2fashion.com/industry-article/29/2876/coir-fiber1.asp
30. www.sriconsulting.com
31. www.research-in-germany.de
32. www.textilforschung.de/content2.asp?area=hauptmenue&site=highlights&cls=01
33. www.condamin-prodon.fr/plaquette_Greenfil_uk.pdf
34. fabricstockexchange.com/blog/fabric/apparel-textiles/castor-bean-fibers-are-for-more-than-just-underwear/,
35. www.worldlingo.com/ma/enwiki/nl/Castor_oil_plant
36. Vartiainen, J., Tammel, T., Pere, J., Tapper, U., & Harlin, A., Bio-hybrid barrier films from fluidized pectin and nanoclay, Carbohydrate Polymers(2010), doi:10.1016/j.carbpol.2010.06.031.

37. JariVartiainen, MikkoTuominen, KalleNa^ottinen, Bio-Hybrid Nanocomposite Coatings from Sonicated Chitosan and Nanoclay, 22 February 2010 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).
38. www.innovationintextiles.com/articles/209.php.
39. Anton luiken:Duurzame productontwikkeling heeft de toekomst, Texpress
40. Anoniem: Duurzaam plastic ui suikerriet, De Ingenieur 19 augustus 2011, p.10.
41. www.airbus.com via de ingenieur 19 augustus 2011, p 41.
42. Dr. M.R. Scheffer: Creative industries and new materials; challenges for fashion and material industries in Global value chains; LectoraleredeSaxionHogeschool, 27 jan. 2006.
43. www.energieoverheid.nl/2010/10/%E2%80%9Coverheid-zou-als-launching-customer-moeten-optreden%E2%80%9D/.
44. www.pianoo.nl/sites/default/files/documents/documents/Overheid%20als%20Iaunching%20customerf~1.pdf.
45. http://www.carbon-clear.com/downloads/white_paper_pas_2060.pdf.
46. http://www.made-by.org/sites/default/files/benchmark/benchmark_environmental_condensed_03082011_pdf_16507.pdf.
47. http://www.textielrecycling.nl/templates/mercury.asp?page_id=1641.
48. <http://www.leapfrog-eu.org/LeapfrogIP/main.asp?pg=results>.
49. Christiaan Bolk, Biobased kunststoffen: een actuele blik, Sept.2010.
50. Laura van Doezum, Een onderzoek naar het gebruik van bamboetextiel in de mode, Afstudeerscriptie AMFI in opdracht van More BV. Mei 2009.