



Recycling in ontwerp

'State of the art' van de Nederlandse
recycling industrie



recyclinginontwerp.com



Inhoudsopgave

Inleiding	4
Productontwerpproces	6
• Een veld- en praktijkonderzoek naar de toepassing van functioneel ontwerpen in relatie tot recycling	6
• Een veldonderzoek naar ontwerpmethodieken en de intrinsieke recycleerbaarheid	9
Verwerking en toepassing	10
• Hoogwaardige recycling van textiel	11
• LCA-methodeken	12
• Van afval tot product	12
Materiaaleigenschappen	14
• Een praktijkonderzoek naar materiaaleigenschappen voor en na recycling	15
• Praktijkonderzoek en deskresearch naar de mogelijkheden om recyclelaat op te waarderen, c.q. de fysieke eigenschappen te kunnen sturen	17
Maatschappelijke acceptatie	19
• Een praktijk- en consumentenonderzoek naar de beleving van hergebruikte materialen	19
Kennistrialton	20
Nawoord	22

Inleiding

Voor u ligt de samenvatting van onderzoek dat is uitgevoerd binnen het project Recycling in Ontwerp (RiO). Op overzichtelijke wijze wordt inzicht gegeven in de verschillende uitkomsten van de onderzoeken binnen het thema recycling in ontwerp. Onderwerp van studie zijn onder andere de eigenschappen van gerecyclede materiaal, het uitvoeren van levenscyclus analyses (LCA's) en de acceptatie van gerecyclede materialen in een product. De verschillende onderzoeken zijn voornamelijk uitgevoerd door studenten van Windesheim en Saxion, in opdracht van bedrijven en onder begeleiding van docenten en onderzoekers. Gedetailleerde informatie kunt u vinden op de website van het project: recyclinginontwerp.com

Project Recycling in Ontwerp (RiO)

Het doel van het RiO-project is om kennis te ontwikkelen op het gebied van recycling-gericht ontwerpen waarmee het mkb de inzetbaarheid van recyclaat als grondstof kan vergroten. Hiermee wordt een slag gemaakt naar productontwerpen waar materiaalrecycling een integraal onderdeel van uitmaakt.

De twee centrale vragen binnen het project zijn:

- Hoe kan men in het ontwerpproces rekening houden met recyclebaarheid van materialen waaruit producten zijn opgebouwd?
- Hoe kan men in het ontwerpproces rekening houden met de inzet van recyclaat?

Bij de eerste vraag is het van belang dat de materialen waaruit het product gemaakt is op een eenvoudige wijze ten behoeve

van hergebruik geïsoleerd kunnen worden. Hierin spelen aspecten als monostromen, demonteerbaarheid, selectie, logistiek en inkoop een rol. De tweede vraag heeft te maken met het feit dat recyclaat doorgaans een (iets) lagere kwaliteit heeft dan een niet gerecyclede grondstof. Dit heeft effect op het ontwerp en de eigenschappen van een product.

Deze hoofdvragen zijn verdeeld onder vier verschillende thema's:

- 1 Onderzoek naar het productontwerpproces en de vraag op welke wijze rekening gehouden kan worden met het hergebruik van materiaalstromen. Het probleem hierbij is dat de marktvraag in een productontwerp doorgaans leidend is en dat esthetiek een belangrijk element is.
- 2 Onderzoek naar de verwerking en toepassing van recyclaat in producten. De route van afval naar grondstof resulterend in

het product. Uitgangspunt binnen recycling is dat er een positief milieueffect wordt behaald. Het is belangrijk dat er ook onderzocht wordt wat de effecten van recycling zijn op de zogenaamde 'carbon footprint' van een product. Daarbij is het van belang om goede LCA analyses uit te voeren. Dit om te voorkomen dat er suboptimalisatie plaatsvindt of erger, het netto geen milieuwinst oplevert, maar een negatief effect ontstaat.

- 3 Onderzoek naar materiaaleigenschappen en de wijze waarop recyclaat als grondstof kan worden ingezet. Hierbij is gekeken naar wat het effect is van recycling op de fysische en mechanische eigenschappen van materiaal en hoe deze beïnvloed kunnen worden.
- 4 De vraag naar maatschappelijke acceptatie van gerecyclede materialen. Producenten durven het vaak niet aan om recyclaat in te zetten omdat dit een andere productbeleving bij de consument tot gevolg heeft. Door onderzoek te doen naar de beleving van consumenten bij gerecyclede materiaal en de mogelijkheden naar optimalisatie van het uiterlijk van gerecyclede materiaal, kunnen consumenten en producenten inzicht krijgen in de voordelen van gerecyclede materialen in goede producten.



Dakgoot met kern van gerecyclede PVC (ontwikkeling door Wavin).

Productontwerpproces

Er zijn twee deelonderzoeken uitgevoerd:

- 1 Een veld- en praktijkonderzoek naar de toepassing van functioneel ontwerpen in relatie tot recycling.
- 2 Een veldonderzoek naar ontwerpmethodieken en de intrinsieke recycleerbaarheid.

1 Veld- en praktijkonderzoek naar de toepassing van functioneel ontwerpen in relatie tot recycling

In samenwerking met Stempther B.V., Schoeller Allibert, Van Gansewinkel en Nedap retail.

Er zijn drie verschillende cases uitgewerkt:

- Er is een herontwerp gemaakt voor de houten wig die Stempther B.V. maakt voor het vastzetten van folie. Daarnaast is er een verandering van de techniek voor het stapelen van de rollen folie voorgesteld. Het herontwerp is een wig van afval-LDPE. Verschillende berekeningen en productietechnieken zijn de revue gepasseerd om het product voor de functie door te berekenen. Er zijn prototypes gemaakt waar testen mee zijn uitgevoerd om te evalueren of ze voor deze specifieke toepassing geschikt zijn.
- Voor Schoeller Allibert is een recyclebare variant voor een krat voor opslag en transport ontworpen. Er zijn een aantal ideeën ontwikkeld. De meest spraakmakende is een techniek om kunststof van metaal te scheiden door het bevriezen van het product. Op het bevroren product wordt veel kracht gezet zodat de kunststof versplintert. Zo wordt de versplinterde kunststof

van het metaal gescheiden. Technisch gezien werkt deze oplossing perfect. Echter, afkoeling is kostbaar en maakt hergebruik economisch onaantrekkelijk.

- Voor Nedap Retail is een herontwerp gemaakt voor de huidige anti diefstal tags voor textiel die momenteel moeilijk aan te brengen en te verwijderen zijn.

Er zijn een aantal goede concepten uitgekomen, bijvoorbeeld een duidelijke verdeling van de tag in twee 'kamers' waardoor losse delen bij elkaar blijven. Daarnaast is een RFID (radio frequency identification) chip sticker als concept uitgewerkt die in de kleding wordt verwerkt. De RFID technologie is in textiel verwerkt. En er is een tag als klem gemonteerd met een techniek die gebaseerd is op het natuurlijke sluitsysteem van een oester. De verschillende resultaten zijn niet getest of vertaald naar prototypes, ze zijn als innovatie concepten aan Nedap gepresenteerd.



Conclusie

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat het van groot belang is om tijdens het ontwerpproces na te denken over wat er met een product gebeurt wanneer het aan het einde van zijn levenscyclus is. Er is een stappenplan ontwikkeld

dat bedrijven als ondersteuning tijdens het ontwerpproces kunnen gebruiken. Hiermee kunnen ze op een natuurlijke manier de recycling van een product in het ontwerpproces meenemen.



De consument heeft minder waardering voor gerecycled materiaal in zichtbare delen van producten.

Stofzuiger van Philips.

2 Een veldonderzoek naar ontwerpmethodieken en de intrinsieke recycleerbaarheid

In samenwerking met Philips.

Hoe kan gerecycled plastic in producten worden toegepast zonder de esthetische eigenschappen van het product te veranderen? Voor het onderzoek zijn interviews met consumenten gehouden om te achterhalen hoe zij denken over een stofzuiger die deels gemaakt is van gerecyclede materialen. Op basis daarvan zijn strategieën uitgewerkt voor de verwerking van materiaal. Daarnaast is gekeken welke finishingtechniek het meest geschikt is voor gerecycled plastic. Het is in ieder geval duidelijk dat gerecycled materiaal geen 'goedkope' uitstraling hoeft te hebben.

Conclusie

Uit de interviews blijkt dat de consument gerecycled materiaal in zichtbare delen van producten minder waardeert. Om aan de hoge kwaliteitsstandaarden van Philips te voldoen wordt aanbevolen om finishing technologieën te gebruiken, zodat de zichtbare gerecyclede delen worden verhuld.

Met deze informatie kunnen bedrijven met een vergelijkbare doelgroep helder krijgen wat de meest geschikte technologieën zijn om gerecycled materiaal in haar producten te integreren. Voorwaarde is gelijkblijvende mechanische eigenschappen zonder aantasting van de esthetiek.

Verwerking en toepassing

In dit projectonderdeel zijn drie deelonderzoeken uitgevoerd:

- 1 Hoogwaardige recycling van textiel
- 2 LCA-methodieken
- 3 Van afval tot product



" Textiele vezels zijn te goed om weg te gooien of te verbranden. Er kan altijd een nieuwe toepassing voor worden gevonden "

(Anton Luiken, Texperium)

1 Hoogwaardige recycling van textiel

In samenwerking met Texperium.

Welke mogelijkheden zijn er om textiel hoogwaardig te recyclen en waar moet men op letten?

De textiele producten die Texperium aangeboden krijgt zijn niet ontworpen om (mechanisch) gerecycled te worden. Er zijn dan ook veel knelpunten die een hoogwaardige recycling in de weg staan. Van een hoogwaardige recycling kan worden gesproken als het mogelijk is opnieuw garens uit de herwonnen vezels te spinnen die vervolgens weer in de textiele keten worden verwerkt.

Uitdagingen bij het hoogwaardig recyclen zijn:

- menging van diverse materialen;
- aanwezigheid van finishes en coatings;
- etiketten van een andere materiaal (bv cellulose acetaat in een katoenen t-shirt);
- aanwezigheid van accessoires zoals knopen, ritsen, rivets, emblemen;
- onvoldoende aanbod geschikt materiaal door huidige organisatie;
- getwijnde garens, garens met elastaan;
- kleur (soms);
- te korte vezels/niet volledig vervezelde resten.

Bij het ontwerpen van textiele producten moet hiermee rekening worden gehouden (design for recycling), hoewel dit nooit ten koste mag gaan van de functionele eigenschappen van een product. Texperium heeft samen met een aantal partners garens gemaakt waaruit producten zijn gemaakt. Een voorbeeld hiervan is een sjaal gemaakt uit oude uniformen van KLM-stewardessen en een vest gemaakt uit oude uniformen van kantoorpersoneel.

Conclusie

De voorbeelden die door Texperium gemaakt zijn tonen aan dat hoogwaardige recycling van textiel mogelijk, maar niet vanzelfsprekend is. Als de afgedankte materialen goed worden geselecteerd (bijvoorbeeld op structuur en materiaalsamenstelling), dan kunnen gerecyclede vezels zeker een deel (circa 50%) van de nieuwe vezels in een product vervangen. Dat levert in bijna alle gevallen milieuwinst op, maar ook economische voordelen. Het is mogelijk om producten te maken die via retail- en B2B-kanalen worden afgezet. Nu nog incidenteel, maar over een paar jaar op een redelijk grote schaal.



*Sjaal van gerecyclede KLM-uniformen
(ontwikkeling door Texperium).*

2 LCA-methodieken

Aanleiding voor het onderzoek is dat ontwerpers vaak afwegingen moeten maken bij ontwerp-, materiaal- en proceskeuzes. Toepassing van een levenscyclus analyse (LCA) kan hier antwoord op geven. Met een dergelijke analyse wordt de milieu-impact van een product of dienst, gedurende de hele levenscyclus, berekend. Nu hergebruik en recycling steeds belangrijker worden moet goed worden gekeken hoe de LCA wordt gebruikt. De levenscyclus is namelijk niet meer lineair, maar een complex samenspel van diverse kringlopen. Doel van het onderzoek is om de ontwerper inzicht te geven in de toepasbaarheid van LCA in de werkp praktijk.

Er is begonnen met het inventariseren van beschikbare LCA-tools. Dit zijn softwareprogramma's en databases die de uitvoering van een LCA ondersteunen. Er zijn ruim 100 tools gevonden. Vervolgens is een scenario uitgewerkt, waarbij gebruik van verschillende LCA-tools is

gemaakt. Om de tools op hun waarde te schatten is het belangrijk om voldoende kennis van de theorie erachter te hebben. In gesprekken met experts en deskresearch is de opbouw van een LCA in kaart gebracht.

Conclusie

De rapporten maken ontwerpers bewust van de voordelen, maar ook de beperkingen van een LCA. Ze geven ook voorbeelden van het maken van een LCA. Het uitvoeren van een LCA helpt bij het afwegen van productalternatieven (relatieve afweging). Het geeft, ondanks de beperkingen van de LCA-systematiek, snel inzicht in de milieu impact van verschillende alternatieven.

3 Van afval tot product

Er is onderzocht op welke wijze gerecyclede textiele vezels in producten verwerkt kunnen worden en welke ontwerpregels hierop van toepassing zijn. Er is met name aan-

dacht besteed aan de verwerking van herwonnen textiele vezels in nieuwe producten. Bij Texperium zijn verschillende mogelijkheden benut om uit herwonnen vezels nieuwe producten te maken. Voorbeelden hiervan zijn sjaals met vezels (ca. 50%) uit de kleding van de stewardessen van KLM en een heren vest uit uniformen van bank-employees. Het vest is vanaf medio augustus 2013 verkrijgbaar bij WE Fashion.

De bevindingen na het project zijn:

- Herwonnen vezels uit geselecteerde afvalstromen zijn geschikt om weer te worden gebruikt bij het spinnen van kwalitatief goede garens. Bijmenging van nieuwe vezels verbetert de kwaliteit van het garen aanzienlijk. Ook door het combineren van garens kan een beter garen worden verkregen.
- Bij het ontwerpen van producten moeten rekening houden met de eigenschappen van garens uit gerecyclede

vezels. Hele fijne garens zijn niet mogelijk. De garens zijn vooral geschikt voor zwaardere weefsels en breisels.

- Gebruik van (mechanisch) gerecyclede vezels vermindert de milieu-impact van een product aanzienlijk als de kwaliteit van het eindproduct vergelijkbaar is met eenzelfde product uit nieuwe vezels.

Conclusie

Herwonnen vezels kunnen bij het spinnen van garens goed worden ingezet. De garens zijn vooral geschikt voor toepassing in zwaardere weefsels en breisels. De voorbeelden gemaakt uit de afgedankte KLM-kleding en uit uniformen van bankemployees laten zien dat kwalitatief goede en visueel aantrekkelijke producten uit dergelijke garens ontwikkeld kunnen worden. Verwacht wordt dat in de toekomst bij het spinnen van hoogwaardige garens meer van gerecyclede vezels gebruik zal worden gemaakt.



ABS zinkt, PP en PE blijven drijven.

	PP				HDPE			
Recycle stap	E-modulus	Treksterkte	Kerfslagwaarde	MFI	E-modulus	Treksterkte	Kerfslagwaarde	MFI
	afname %	afname %	afname %	afname %	afname %	afname %	afname %	afname %
0	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
1x	1	0	9	-20	-1	-1	-6	1
2x	8	0	7	-26	-11	0	-7	8
3x	12	2	14	-36	08	-10	-6	30
4x	8	1	3	-54	-12	-13	-1	58
5x	6	2	30	-79	-11	-12	-2	67
6x	8	2	20	-94	-14	-11	-3	72
7x	2	2	28	-123	-14	-12	-4	81

Tabel 1: Afname eigenschappen in procenten*

Materiaaleigenschappen

Er zijn twee deelonderzoeken uitgevoerd:

- 1 Een praktijkonderzoek naar materiaaleigenschappen voor en na recycling.
- 2 Praktijkonderzoek en deskresearch naar de mogelijkheden om recycalaat op te waarderen, c.q. de fysieke eigenschappen te kunnen sturen.

1 Praktijkonderzoek naar materiaal-eigenschappen voor en na recycling

In samenwerking met AKG Polymers.

Het recyclen van materialen heeft vaak verandering in materiaaleigenschappen tot gevolg. In het algemeen is de verwachting dat de eigenschappen verslechteren. Immers, het materiaal kan vervuild zijn en wordt vermalen en verwarmd. Doel van het onderzoek is om een overzicht van de variaties in eigenschappen van kunststoffen tijdens verschillende transformatieprocessen te maken. Door de situatie voor en na recycling in kaart te brengen wordt aangegeven wat het effect is van 7 keer recyclen op 4 verschillende materialen.

Het onderzoek is onder laboratorium omstandigheden uitgevoerd bij het Polymer Science Park te Zwolle. Ook zijn bij AKG Polymers testen onder industriële omstandigheden uitgevoerd. De opzet is om de kunststoffen HDPE, PP, PA6 en ABS, zeven keer te recyclen. Per 'materiaalgeneratie' worden een aantal kenmerkende mechanische eigenschappen gemeten en de melt flow index (MFI) bepaald.

De resultaten staan in tabel 1 verwerkt als percentuele afnames t.o.v. virgin materialen. Bij de resultaten zijn trends waarneembaar maar de verschillen zijn niet altijd significant. Alleen de meest opvallende resultaten zijn in de tabel opgenomen.

	PA-6				ABS			
Recycle stap	E-modulus	Treksterkte	Kerfslagwaarde	MFI	E-modulus	Treksterkte	Kerfslagwaarde	MFI
	afname %	afname %	afname %	afname %	afname %	afname %	afname %	afname %
0	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
1x	-4	-7	7	-29	-1	-1	3	-19
2x	-8	-1	12	-34	-5	-1	2	-32
3x	-4	1	5	-46	-3	-1	5	-34
4x	-7	1	9	-57	-4	-1	8	-27
5x	-9	-2	12	-40	-4	0	15	-40
6x	-11	-7	9	-63	-6	-1	19	-33
7x	-9	-3	28	-83	-3	-1	21	-53

Tabel 1: Afname eigenschappen in procenten*

PP (Polypropreen)

Hier is een afname in de mechanische eigenschappen te zien. De E-modulus en de treksterkte nemen respectievelijk maximaal 12% en 2% af. De kerfslagwaarde neemt tot 30 % af. De MFI stijgt tot een maximum van 123% t.o.v. de MFI van de referentie.

PP met UV-stabilisator

Als er aan virgin PP 8% uv-stabilisator wordt toevoegd heeft dit na recycling geen invloed op de E-modulus. Uit een pilot weather test blijkt dat virgin materiaal en recycalaat hetzelfde reageren op een 500 uur durende uv- en condens belasting.

PP recycling op industriële schaal

Er zijn geen kenmerkende verschillen tussen de gemeten eigenschappen bij het recyclen in een laboratorium omgeving en het recyclen op industriële wijze.

*Alle waardes t.o.v. generatie 0

HDPE (Hoge dichtheid Polyethyleen)

In tegenstelling tot PP verbeteren de mechanische eigenschappen van HDPE na het recyclen, de MFI wordt lager. Dit wil zeggen dat de kunststof steeds sterker en viskeuzer wordt. Aanvullend onderzoek is nodig om dit te verklaren.

PA6 (Polyamide)

Bij het recyclen van PA6 treden de grootste veranderingen op bij de MFI en de kerfslagwaarde. De MFI (Melt Flow Index) wordt hoger (83%) en de kerfslagwaarde daalt met 28%. Ook de E-modules neemt toe. Het materiaal verkleurt bij het recyclen van wit naar geel.

ABS (Acrylonitril-Butadien-Styreen)

Recycling van ABS heeft vooral invloed op de kerfslagwaarde en de MFI. De MFI stijgt met 53% en de slagvastheid daalt met 21%. ABS verkleurt ook zichtbaar.



Geur speelt een rol bij de inzetbaarheid van recycalaat.

Conclusie

Op basis van de huidige gegevens blijkt het recycalaat beter dan de algemene verwachting. Het gebruikte recycalaat kan voor meerdere toepassingen worden gebruikt dan veelal wordt aangenomen.

2 Praktijkonderzoek en deskresearch naar de mogelijkheden om recycalaat op te waarderen, c.q. de fysieke eigenschappen te kunnen sturen.

In samenwerking met AKG Polymers, Kärntner Montanindustrie, FM Plastics.

Om inzicht te krijgen in de stuurbaarheid van recycling en een doorkijk naar toekomstige verwachtingen te geven. Het onderzoek is uitgevoerd bij het Polymer Science Park te Zwolle. In hoofdlijnen is er onderzoek gedaan naar de invloed van recycling op een aantal kenmerkende eigenschap-

pen en naar mogelijkheden om gerecycled materiaal optisch te verbergen. Ook zijn verscheidene methoden getest om de geur van recycalaat te maskeren. Tevens is onderzoek uitgevoerd naar de verbetering van eigenschappen van het homogeen materiaal in vergelijking met een mix van PE/PP. Door middel van research zijn verschillende scheidingstechnieken in kaart gebracht. Tot slot zijn testen gedaan om de materiaal-eigenschappen te verbeteren door virgin materiaal en andere additieven aan recycalaat toe te voegen.

Conclusie

Er zijn veel parameters van invloed op de kwaliteit van het recycalaat. De onderzoeksresultaten geven een indicatie welke parameters (sterk) veranderen en waar al dan niet op gestuurd moet worden om deze te verbeteren.



Onderzoek naar verandering van eigenschappen van verschillende generaties HDPE.

Maatschappelijke acceptatie

Een praktijk- en consumentenonderzoek naar de beleving van hergebruikte materialen

Wat bepaalt bij consumenten de acceptatie van producten van hergebruikte materialen? En hoe kan deze acceptatiegraad door ontwerpers worden verhoogd?

Uitgevoerd door Saxion.

verwerkt. Dit model is ingedeeld in de 'personal space', de 'company space' en 'context'. Het helpt ontwerpers en bedrijven te bepalen hoe ze gerecycled materiaal voor de beoogde doelgroep kunnen inzetten. Besluitvorming om wel of niet een (gerecycled) product aan te schaffen is een

Besluitvorming om wel of niet een (gerecycled) product aan te schaffen is een complex proces waarbij veel factoren een rol spelen.

Er wordt zowel vanuit de producent als vanuit de consument naar gerecyclede producten gekeken. Daarom zijn er interviews met bedrijven geweest en is er een kwalitatieve enquête onder consumenten uitgevoerd. Het consumentenonderzoek is gekoppeld aan het BSR-model (Brand Strategy Research). Dit model gaat uit van een typologie die mensen in vier groepen indeelt: de rode wereld staat voor 'vitaliteit', de gele voor 'harmonie', de blauwe voor 'controle' en de groene wereld voor 'zekerheid'. Er wordt onderzocht of er een sterke relatie is tussen typologie en maatschappelijke acceptatie van hergebruikte materialen. Daarnaast is literatuuronderzoek gedaan naar beleving. Factoren die van invloed zijn op de keuze om wel of geen hergebruikte materialen te willen aanschaffen zijn in een nieuw model

complex proces waarbij veel factoren meespelen. Het ontwikkelde hulpmiddel geeft inzicht in deze factoren en laat zien welke te beïnvloeden zijn.

Conclusie

De wijze van inzet van recyclaat (wel of geen nadruk op leggen) kan met behulp van het ontwikkelde model op de doelgroep worden afgestemd. Weloverwogen ontwikkelingen voor specifieke doelgroepen verhogen de acceptatie en de inzet van recyclaat.

Kennistrialton

In samenwerking met Artex, Campo Coprint, Gaudium, Johan van den Acker Textielfabriek, Schmits Nederland, Verosol.

Deelnemende Kennisinstellingen: API Institute, Saxion, Texperium

Georganiseerd door Syntens Innovatiecentrum.

In het kader van het SIA Raak project 'Recycling In Ontwerp (RIO)', een initiatief van Saxion en Windesheim, is in overleg met textielbedrijven en kennispartijen gekozen om onderzoek te verrichten naar het recyclen van brandvertragende polyester. Brandvertragende polyester wordt door de deelnemende bedrijven in raamdecoratie toegepast.

De bedrijven willen een bijdrage leveren aan een hoogwaardig hergebruik van hun producten en productieafval. Maar er zijn veel vragen over de technische mogelijkheden. Daarnaast vraagt men zich af hoe de recycling van procesafvalstromen en post consumer afval (gebruikte (rol)gordijnstoffen) georganiseerd kan worden. Naar antwoorden kan het beste gezamenlijk gezocht worden: in de keten!

Daarom is een reeks van 8 kennistrialton bijeenkomsten georganiseerd bij de deelnemende bedrijven en kennisinstellingen.

Om een inschatting van de afvalvolumes en de samenstelling te kunnen maken hebben de bedrijven een inventarisatie van hun afvalstromen gemaakt. Daaruit blijkt dat de afvalstroom van brandvertragende polyester voldoende volume heeft voor recycling, maar niet homogeen is. In het productieproces tot raamdecoratie worden verschillende behandelingen en coatings

toegepast om de materiaaleigenschappen ten behoeve van de specifieke toepassing te verbeteren. Door de triatlongroep zijn een aantal bestaande processen gedefinieerd en gecombineerd tot twee kansrijke routes om het brandvertragende polyesterafval te recyclen:

- 1 Mechanisch: het vervezelen van polyesterdoek, waarna nieuw garen van de textielvezels wordt gesponnen. Hiermee kan nieuw doek worden geweven.
- 2 Chemisch: het vervezelen van polyesterdoek, waarna door middel van extrusie granulaat van de textielvezels wordt gemaakt. Met dit granulaat kan nieuw garen worden gesponnen.

Onderzoek naar de mogelijkheid via route 2 heeft uitgewezen dat dit een minder geschikt recyclingproces is voor brandvertragend polyester. Randvoorwaarde voor het verwerken van vervezeld polyesterdoek door middel van extrusie is dat de stukjes doek maximaal 1 cm² groot zijn. Dit is met de huidige verzeleininstallatie lastig te realiseren. Daarnaast is gebleken dat alleen zuiver polyester door middel van extrusie kan worden gerecycled. Veruit het meeste afvaldoek heeft echter een coatingbehandeling

ondergaan. Een bijkomend probleem is dat polyester vocht aantrekt, waardoor in het extrusieproces depolymerisatie optreedt. Ook is onderzocht of PET hotmelts een alternatief voor de gebruikte PU binders kunnen zijn. Maar ook deze blijken niet geschikt te zijn voor recycling via de extrusieroute.

Onderzoek en testen hebben uitgewezen dat route 1 alleen geschikt is voor niet gecoate brandvertragende polyester. Het voordeel van deze route is echter dat de vezelgrootte minder kritisch is en dat de hygroscopische eigenschappen van het materiaal niet tot problemen in het verwerkingsproces leidt. Ten behoeve van het spinproces en het verbeteren van de mechanische eigenschappen van het garen zal er wel virgin polyester moeten worden bijgemengd. Ook hebben testen uitgewezen dat het materiaal zijn brandvertragende eigenschappen behoudt na vervezelen en kalenderen. Dit is van belang voor het hergebruik in raamdecoratie.

Verdere testen met het spinnen van garen en weven van doek moeten uitwijzen of deze route opgeschaald kan worden ten behoeve van een hoogwaardige toepassing van niet gecoat brandvertragend polyesterafval. Tenslotte zijn eerste kleurstof affiniteit

tests uitgevoerd met PLA garen. Hiermee zouden mogelijk meubelstoffen geweven kunnen worden die in de toekomst makkelijker recyclebaar zijn dan polyester.

Conclusie

De onderzochte verwerkingstechnieken van textielafval bieden op dit moment alleen een oplossing voor ongecoat brandvertragend polyesterafval. Dus alleen een deel van het procesafval dat tijdens de productie vrijkomt komt voor recycling in aanmerking. Voor post consumer afval zijn de onderzochte routes ongeschikt.

Omdat het proces een aantal beperkende voorwaarden heeft, met name het hygroscopische karakter van polyester en de maximale vezelgrootte, biedt het direct spinnen van garens uit polyestervezels het meeste perspectief.

De testen met het spinnen en weven van doek van vervezeld brandvertragend polyester moeten uitwijzen of het doek zijn brandvertragende eigenschappen behouden heeft. Mogelijk moeten er additieven worden toegevoegd om aan de specificaties voor brandvertragende raamdecoratie te voldoen. Op die manier is het materiaal geschikt voor hergebruik in raamdecoraties en wordt de kringloop gesloten.

Nawoord

Het consortium van het RAAK-project Recycling in Ontwerp bestaat uit: Saxion (penvoerder), Windesheim, Industrial Design Centre, Van Gansewinkel, Texperium, D'Andrea & Evers, AKG Polymers en Syntens. Daarnaast is een aantal externe bedrijven bij de diverse onderzoeksprojecten betrokken geweest.

SIA-RAAK

Het RAAK-programma is een regeling om samenwerkingsprojecten tussen hogescholen en werkveld te stimuleren. Deze wordt uitgevoerd door de Stichting Innovatie Alliantie (SIA) en beschikbaar gesteld door het ministerie van OCW. Organisaties en ondernemingen hebben vaak moeite met het verkrijgen van kennis die nodig is voor het toepassen van innovaties. Een verbeterde samenwerking tussen hogescholen, intermediaire organisaties, kennisinstellingen en bedrijven kan die drempels slechten. Bedrijven of instellingen krijgen met RAAK de ruimte om samen met een hogeschool concrete (innovatie-)vragen op te pakken en te beantwoorden. Netwerken van ondernemers en professionals leiden tot de ontwikkeling, circulatie en toepassing van nieuwe kennis door bedrijfsleven, publieke sector en hogescholen. Het uiteindelijke resultaat: een snellere toepassing van nieuwe kennis door het werkveld. SIA is een samenwerkingsovereenkomst van MKB-Nederland, VNO-NCW, Syntens, TNO, de Vereniging Hogescholen en Novay.

Bedrijven of instellingen krijgen met RAAK de ruimte om samen met een hogeschool concrete (innovatie)vragen op te pakken en te beantwoorden.

De verantwoordelijke lectoren:

- Karin van Beurden
(Saxion lectoraat Industrial Design),
- Ger Brinks
(Saxion lectoraat Smart Functional Materials)
- Margie Topp
(Windesheim lectoraat Kunststof-technologie)

Onderzoek in opdracht van Windesheim door o.a.:

- Niels Boks
- Tonny van Dijk
- Harold Gankema
- Geert Heideman
- Koen Hermans

Onderzoek in opdracht van Saxion door o.a.:

- Ernst-Jan Goedvolk
- Erik Goselink
- Anton Luiken
- Niels Moshagen

Projectleider:

- Gerrit Bouwhuis
(Saxion lectoraat Smart Functional Materials)

Met dank aan:

- Alle betrokken bedrijven en studenten



ISBN/EAN: 978-94-6213-006-7
Titel: Recycling in ontwerp
Subtitel: 'State of the art' van de Nederlandse recycling industrie
Redacteuren: Eliza Bottenberg, Erik Goselink e.a.
Uitgever: Saxion Kenniscentrum Design en Technologie
Datum: Oktober 2013
Plaats: Enschede

