TexAlert

Stichting Reservefonds Textielresearch

December 2015 Jaargang 6, nummer 4

In dit nummer

Bij TexAlert 6e jaargang nummer 4

Robotisering in de kledingindustrie

Komt de textielproductie terug naar Europa?

Infectiedetectie ook voor textiel in de gezondheidszorg?

Google gaat in smart textiles

Wanneer gebruik je welke hotmelt?

3D print en geheugenmaterialen toegepast in textiel

Adidas in duurzaamheid

Polyestervezel nanovezels met op maat gemaakte eigenschappen

Smart materials: een groeiend aantal toepassingen

Een garen als batterij, in een continu proces vervaardigd

Nog even bio composiet

Kapok herontdekt?

Tactiele eigenschappen van textiel meten

Grafeen, het materiaal van de toekomst

Koolstof composiet recycling

José Teunissen naar Londen College of Fashion

Recurf: Textiel, biocomposieten en biomaterialen

En dan nog even dit ...

Colofon

Bij TexAlert 6e jaargang nummer 4

Return

2015 is alweer aan het eind. Het is een jaar geweest van tegenstrijdigheden. Veel aandacht voor duurzaamheid, maar grondstoffen die bijna historisch laag geprijsd zijn. Veel aandacht voor innovatie, maar een overheid die steeds minder geld uittrekt voor innovatie. En Europese onderzoeksprogramma's die praktisch onbereikbaar zijn geworden voor traditionele sectoren zoals de textiel- en kledingindustrie.

Toch zien we in Nederland en de landen om ons heen weer veel initiatieven om juist de textiel- en kledingindustrie weer terug te halen. Voorbeelden zijn er in Engeland en Zweden, maar ook veel Nederlandse regio's en steden, zoals de Metropoolregio Amsterdam, Schiphol, Almere en Arnhem, kijken naar de mogelijkheden om rond duurzaamheid en textiel weer industriële activiteit en werkgelegenheid te creëren.

Dat de textiel- en kledingindustrie kansen biedt voor innovatie blijkt ook uit het feit dat grote, nog niet textielgerelateerde, ondernemingen in textiel en kleding investeren. Met name de ontwikkeling van smart textiles heeft bij deze bedrijven de aandacht getrokken.

Hoewel 2015 misschien voor een aantal niet heeft gebracht wat ze ervan gehoopt hadden, zijn er toch veel lichtpuntjes te ontdekken voor degene die ze wil zien. In deze TexAlert hebben we getracht deze lichtpuntjes wat beter zichtbaar te maken.

Rest ons, het team van TexAlert, u een heel voorspoedig 2016 te wensen.

Productietechnologie

Return

Robotisering in de kledingindustrie

Het maken van kleding is complex en vergt veel vaardigheid. Het automatiseren van kledingconfectie is een uitdaging waar veel onderzoek naar is. In het verleden was er het EU-research programma Leapfrog, waarin automatisering van de kledingproductie werd nagestreefd. Een groot probleem was de handling van flexibel en vervormbaar textiel om deze op een goede wijze te kunnen positioneren ten opzichte van de naaikop. Dit probleem lijkt nu opgelost te zijn door Soft-Wear Automation in de VS.

Deze onderneming is er in geslaagd om met high speed camera's en beeldverwerking grip te krijgen op de veranderingen van het textiel tijdens het productieproces. Door in feite de garens te tellen, kan de aanvoer van textiele panden zo worden geregeld dat de mechanische vervorming in beide panden gedurende het naaiproces precies gelijk is. Hierdoor kan dus een perfecte naad worden verkregen.

Daarnaast heeft de onderneming een machine ontwikkeld die de aan elkaar gezette panden van werkstation naar werkstation kan verplaatsen. Deze machine is gemakkelijk programmeerbaar zodat in principe veel verschillende onderdelen verplaatst kunnen worden. Het is echter nog niet zo dat nu al een compleet kledingstuk zoals een T-shirt of spijkerbroek op deze wijze automatisch in elkaar gezet kan worden.

Kledingproducenten verwachten echter veel van deze technologie, omdat deze de arbeidskosten aanzienlijk kan verlagen en het daardoor ook economisch aantrekkelijk wordt om dichter bij huis te produceren. En dat heeft dan weer veel logistieke voordelen.

Daarnaast wordt er veel verwacht van technieken om onderdelen van producten al in de vorm te produceren. Een voorbeeld hiervan is de Flyknit van Nike, waarbij het bovenste deel van de schoen in de juiste vorm wordt geproduceerd. En deze vorm van automatisering schept dan ook weer mogelijkheden voor mass customization

Meer info:
http://www.leapfrog-eu.org
http://www.economist.com

Productie

Komt de textielproductie terug naar Europa?

In de vorige TexAlert werd aandacht besteed aan een Chinese investering in een spinnerij in de VS. Maar ook in Europa wordt weer geïnvesteerd in nieuwe productietechnologie en worden nieuwe ondernemingen opgezet.
Een voorbeeld hiervan is de opening van een nieuwe katoenspinnerij in Engeland, 30 jaar nadat de laatste katoenspinnerijen daar hun deuren hebben gesloten. English Fine Cottons investeert 5,8 miljoen ponden (circa 8 miljoen Euro) in het opzetten van een nieuwe spinnerij die luxe garens moet gaan produceren voor zowel de locale markt als voor export. De nieuwe onderneming zal ca. 100 nieuwe arbeidsplaatsen creëren.

Het is opmerkelijk dat er opnieuw wordt geïnvesteerd in het maken van garens voor de luxe kledingindustrie in Engeland. De meeste investeringen vinden tenslotte plaats in technisch textiel. Uit een studie, het Alliance Project, blijkt dat er tot 2020 mogelijk 20.000 nieuwe banen in de Engelse textiel- en kledingindustrie kunnen worden gecreëerd, waarbij een toegevoegde waarde van 12,5 miljard Euro kan worden gerealiseerd. De terugkeer van de textiel- en kledingindustrie in Engeland wordt gesteund door de Engelse overheid die hiervoor ruim 135 miljoen Euro voor heeft gereserveerd, als onderdeel van een veel groter re-industrialisatie beleid.

Ook in Zweden wordt werk gemaakt in de textielindustrie. Het gaat hierbij vooral om de productie van viscose garens uit hout en textiele afvallen. Het project wordt door de Zweedse overheid gesteund met een bedrag van circa 5 miljoen Euro. Het project wordt opgezet om op een duurzame wijze textiele vezels te kunnen gaan maken. De verwachting is dat tot 2050 de wereldvraag naar textiele vezels nog sterk zal toenemen (met een factor 3 volgens de Zweden) en dat hiervoor alternatieven moeten komen naast de olie-gebaseerde vezels. Het project is een strategisch initiatief om in Zweden een non-woven en textielindustrie op te bouwen.

In Nederland kennen we dergelijke initiatieven vanuit de overheid en het bedrijfsleven (nog) niet. In het kader van het actieplan van de branche-organisaties MODINT, VGT en INRetail en op basis van de routekaart tapijt en textiel van MODINT kan geconcludeerd worden dat er ook in Nederland ruimte is om te investeren in de revival van de textiel- en kledingindustrie. Wie neemt het voortouw?

Meer info:
http://www.innovationintextiles.com
http://colour.sdc.org.uk
http://www.business-sweden.se

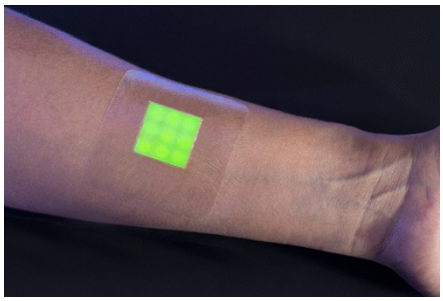
Technisch textiel

Infectiedetectie ook voor textiel in de gezondheidszorg?

Bacteriële infectie komt veel voor en is een gevaarlijke complicatie bij wonden. Vroegtijdige opsporing is dus belangrijk en kan, mits vroeg genoeg ontdekt, zelfs voorkomen dat er antibiotica moet worden gegeven.

Een groep onderzoekers in het Verenigd Koninkrijk ontwikkelden een nieuwe "intelligente" textiel dat fluorescerend groen verkleurt bij het begin van een infectie. Een belangrijk signaal voor de behandelende artsen.

Het huidige prototype bestaat uit een textiel dat is geïmpregneerd met een gel dat is verzadigd met microcapsules waarin een fluorescerende kleurstof is ingebouwd. Bij een reactie met bacteriën komen die kleurstoffen vrij en geven die kleurverandering. Het is nog niet bij mensen getest maar dat is wel in de planning opgenomen.
Het hoofdbestanddeel van het product is een gehydrateerde agarose film waarin de kleurstof microcapsules zijn opgenomen of gedispergeerd.



De werking is als volgt: alle wonden worden gekoloniseerd door bacteriën, vaak met ziekteverwekkende soorten. In lage concentraties is dat geen probleem en worden ze door ons immuunsysteem verwijderd. Maar als ze zich sterk gaan vermeerderen ontstaat een probleem.
Een van de problemen is het ontstaan van een laagje bacteriën waarbij een slijmerig laagje wordt gevormd, de biofilm, waarmee de bacteriën zich kunnen verdedigen tegen het immuunsysteem.
Als de concentratie hoog genoeg wordt, gaan deze films, met daarin dus de bacteriën, toxines produceren. Deze toxinen kunnen de capsules doorboren en daarbij komen de kleurstoffen vrij. De kleurstoffen gaan fluoresceren bij contact met de biofilm. Het aangebrachte materiaal gaf na 4 uur een duidelijke reactie op de besmetting.

De huidige methodes zijn vaak onnauwkeurig of indirect, zoals de eiwit detectie of ATP methodes. Of ze zijn complex en kosten veel tijd, zoals het bepalen van kiemgetallen waar een kweek voor gemaakt moet worden.

Het aardige van deze ontwikkeling is dat dit in textiel, verbandmateriaal bijvoorbeeld, geïntegreerd zou kunnen worden. Bij verdere ontwikkeling moet het mogelijk zijn om voor specifieke bacteriën een kleurreactie te verkrijgen. En in textiel, bijv. in ziekenhuis textiel, zou het een fraaie detector kunnen zijn voor het aantonen van hygiëne problemen.

Meer info:
http://www.technologyreview.com
http://www.iflscience.com

Smart Textiles

Google gaat in smart textiles

Na jaren van onderzoek en ontwikkeling lijken smart textiles in een stroomversnelling te komen. Grote bedrijven, ook van buiten de textiel- en kledingindustrie, investeren in de ontwikkeling en het op de markt brengen van smart textiles. Philips deed dat natuurlijk al langer, maar een bekende nieuwkomer is Google. En ook een in Nederland onbekend bedrijf als Jabil Circuit (180.000 medewerkers, 18 miljard US$ omzet) heeft de stap naar smart textiles gezet.

Google's Advanced Technologies and Projects (ATAP) werkt in het project Jacquard aan de productie en de verwerking van geleidende garens tot interactieve oppervlakken. Op het doek met geleidende draden of structuren kunnen dan via een nieuwe technologie (Google zegt niet hoe, maar het zal iets zijn van “pick and place”) elektronische componenten automatisch op het oppervlak worden aangebracht. De data die door de componenten worden verzameld, kunnen via een mobiele telefoon worden verwerkt. Terugkoppeling van de informatie kan dan via LED's of trillingen plaatsvinden. In Googles ATAP worden innovatieve projecten uitgevoerd die een looptijd hebben van maximaal 2 jaar. In die periode moet het project zich zover ontwikkelen dat er serieuze marktkansen ontstaan. Googles stelling is in dezen dat het project anders hetzij door de wetenschap hetzij door de markt wordt ingehaald.

Jabil Circuit heeft medio 2015 Clothing+ overgenomen. Clothing+ richtte zich op de ontwikkeling van banden voor het opnemen van hartritmes. Deze technologie wordt nu verder ontwikkeld door Jabil Circuit in samenwerking met Suunto (draadloze signaaloverdracht) en Firstbeat (data analyse hartritme). Jabil Circuit stelt dat de technologie voor smart textiles nu ver genoeg is ontwikkeld om met succes vercommercialiseerd te worden. De productie van de smart textiles, Peak+, zal in China plaatsvinden.

Meer info:
https://www.google.com
http://www.theverge.com
http://www.businesswire.com
http://www.jabil.com
http://www.innovationintextiles.com

Materialen

Wanneer gebruik je welke hotmelt?

Hotmelts, of smeltlijmen, worden veel toegepast in de textielindustrie. Het zijn lijmen die meestal gemaakt zijn van thermoplasten, hoewel er ook thermohardende hotmelts op de markt zijn, zoals de Epoxyhotmelts. Hotmelts komen voor in allerlei vormen van korrels tot vellen en pasta’s. Het is niet de bedoeling om hier een totaal overzicht van de hotmelt technologie te geven, maar meer om een indruk te geven van de veelzijdigheid van dit gebied. In de textielindustrie (en tapijt!) worden hotmelts vaak in vaste toestand op een van de oppervlaktes aangebracht en worden gesmolten bij temperaturen tussen 90 °C en 180 °C. In gesmolten of vloeibare toestand worden ze dan in contact gebracht met het tweede oppervlakte. Het Oldenzaalse bedrijf Klieverik heeft machines ontwikkeld waarmee dit op industrieel schaal kan worden uitgevoerd.

Hotmelt lijmen bestaan uit 100% vast materiaal. Er wordt dus geen water gebruikt zoals in dispersie lijmen (drogen!). Het is daarmee een redelijk milieuvriendelijke hechtingstechnologie. Toepassingen zijn legio: van tapijt tot bh’s, van kostuum interlinings, zoals bij Permess in Goor, tot het aanbrengen van schuimlagen in de meubelindustrie. In de textielindustrie is hotmelt technologie niet meer weg te denken, bijvoorbeeld in de productie van composieten en laminaten. Hieronder een lijstje van de meest toegepaste basis materialen voor hotmelts:

- Ethylene-vinyl acetate (EVA) copolymers, heel veel toegepast, relatief goedkoop, maar met een matige binding. Tot ong 70ºC toepasbaar
- Polyolefines (PO) (polyethylene, polypropyleen), ook veel toegepast.
- Polybutene-1 en copolymeren
- Amorf polyolefine (APO/APAO)
- Polyamides (PA), high-performance hotmelts die in toepassingen tot 200ºC kunnen worden ingezet.
- Polyesters, ook hoge toepassingstemperaturen
- Thermoplastisch polyurethaan (TPU), goede binding aan diverse oppervlaktes
- Polyurethaan (PUR), ook wel reactieve urethanen voor hoge toepassingstemperaturen
- Styreen blok copolymeren (SBC), goede hechting bij hogere temperaturen en flexibel.

En zo zijn er nog enkele tientallen. De keuze wordt nog bemoeilijkt omdat er naast het basis materiaal allerlei toevoegingen aanwezig zijn om de hotmelt op maat te kunnen maken. Bijvoorbeeld hechtingsverbeteraars (tackyfiers), wassen/vetzuren om de viscositeit te regelen, weekmakers, antioxidantia, UV stabilisatoren, pigmenten, biocides, vlamwerende middelen, antistatica en vulstoffen om de kosten te verlagen of om meer massa te verkrijgen.
Met andere woorden: hieruit kiezen is niet eenvoudig. De meeste producenten hebben dan ook uitgebreide tabellen waaruit de juiste hotmelt voor een specifieke toepassing gekozen kan worden. Maar dan wel afgestemd op de karakteristieken zoals die producent ze in zijn assortiment heeft.
Recent heeft SpecialChem een hotmelt selectie gids gepubliceerd op hun website. Die gids is bedoeld om basiskennis te presenteren, dus hoe ze werken, welke procesomstandigheden de werking beïnvloeden en hoe ze zijn samengesteld. De gids is voorzien van duidelijke schema’s en grafieken. Bij inloggen op een aangemaakt account komt er nog veel meer kennis beschikbaar, zoals de werkingsprincipes met fraaie illustraties.

Het is dus een veelzijdige technologie met veel toepassingsmogelijkheden. Vooral van belang bij de huidige trend naar meer complexe en samengestelde producten waarbij combinaties van verschillende materialen worden ontwikkeld.

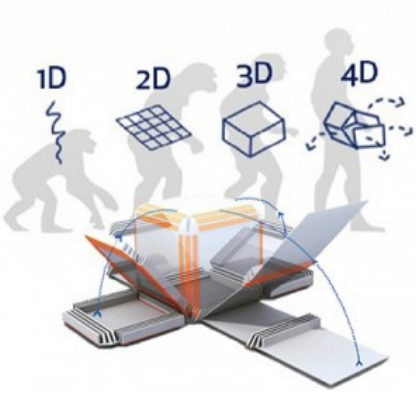
Meer info:
https://nl.wikipedia.org
http://adhesives.specialchem.com
https://en.wikipedia.org
http://www.textile-network.com
http://www.klieverik.com

3D print en geheugenmaterialen toegepast in textiel

3D printen is nog steeds een jonge industrie, ondanks dat de kennis hierover al in de jaren '60 van de vorige eeuw bekend was. Pas na het op grote schaal beschikbaar komen van open source software en goedkope hardware nam 3D printen de omvang aan die we nu kennen.

Natuurlijk is er op zo'n dynamisch gebied veel ontwikkeling. Een ervan wordt 4D printen genoemd. In feite is dit 3D printen met shape memory materiaal. Maar wat is dan 4D printen? Om mee te beginnen, 4D printen bestaat niet. Probleem met dergelijke naamgevingen is dat het onze kijk op de werkelijkheid vertroebelt.

Waar het bij deze ontwikkeling om gaat, is een 3D druktechniek die objecten maakt van slimme materialen die van eigenschappen, functionaliteit of vorm kunnen veranderen door externe prikkels (bijvoorbeeld onderdompeling in water of blootstelling aan hitte, druk, stroming, ultraviolet licht, of een andere bron van energie).



Dus hebben onderzoekers combinaties gemaakt van verschillende soorten kunststoffen en vezels om slimme materialen te maken die zichzelf assembleren of van vorm veranderen na 3D printing. Dit gebeurt dus na het printen. Ze noemen dat de vierde dimensie van het printen. Technisch onzin dus. Maar wel leuke marketing!

Dat neemt niet weg dat 3D printen ook voor textiel toepassingen zeer interessant is. Hieraan hebben we in eerdere TexAlerts al aandacht besteed. We kunnen printen op textiel, voor het aanbrengen van ornamenten of bijvoorbeeld geleiders, maar ook kunnen we objecten printen die wellicht functies kunnen vervullen die nu door textiel wordt vervuld.

Een aantal zaken moet nog geoptimaliseerd worden:

- het drukproces is relatief traag in vergelijking met andere methoden; het afdrukken van grote voorwerpen kan dagen duren
- er is een beperking ten aanzien van de materialen die kunnen worden gebruikt (de materialen die momenteel verkrijgbaar zijn, zijn nog niet zo sterk of effectief als bij andere moderne productieprocessen)
- 3D printing van grote voorwerpen is nog lastig, hoewel er nu ook gebouwen geprint worden met beton.
- als je vormgeheugen of shape memory materialen wilt toepassen zijn deze nog traag bij het reageren op prikkels en beperkt tot kleine vervormingen met te lage krachtopbrengst.

Hierbij een plaatje van een buisje dat na printen door warmte van vorm is veranderd.

Logisch dat dergelijke toepassingen ook voor textiele toepassingen interessant zijn.
Een recent voorbeeld is een jurk die uit een stuk in een productierun 3D geprint is (samenwerking tussen Shapeways en the Nervous System design studio).

Deze jurk, die kinematische jurk wordt genoemd, is gemaakt van duizenden driehoekige panelen die met elkaar zijn verbonden door scharnierachtige verbindingen die kunnen vervormen onder invloed van warmte. De jurk is gemaakt van 3D geprint nylon.
Er wordt dus een pakketje geprint dat de hele jurk bevat en na het printen, door warmte ontvouwt dit pakketje zich tot een jurk. Elk element is dus stijf, maar door de flexibele scharnierachtige tussenstukken is het geheel flexibel en vouwbaar. Het is dus geen textiel in de gebruikelijke zin van het woord, maar het lijkt er wel een beetje op.

Kortom boeiende ontwikkeling voor de textielindustrie.
Bedenken we daarbij dat dit type productiesystemen in webbased netwerken kunnen worden opgenomen dan ontstaat er al gauw een beeld van een volledig gedigitaliseerde bedrijfstak.

Meer info:
http://knowledge.ulprospector.com,
http://wibnet.nl
http://3dprint.com

Milieu

Adidas in duurzaamheid

Innovatie en duurzaamheid gaan hand in hand. Sportmerken als Nike en Puma hebben dat in het verleden al laten zien met diverse producten en initiatieven op het gebied van product terugname en recycling. Nu is ook Adidas dit pad betreden waarin duurzaamheid en innovatie samengaan. Adidas is leider van een EU-project: 'Sport Infinity, researching into a new breed of fully recyclable sporting goods', waarin wordt onderzocht hoe verspilling van materialen tijdens productie en materiaalrecycling van post-consumer producten kunnen worden gecombineerd. In het project wordt tevens gekeken naar de automatisering van de productie, waarbij de klant zelf een deel van het ontwerp kan bepalen. Customization wordt dus realiteit.

De automatisering van de productie vindt plaats in Adidas' speedfactory. In deze pilot wordt gekeken in hoeverre de productie van sportschoenen kan worden geautomatiseerd. De eerste customized productie vindt plaats bij Oechsler in Anspach (D). Deze ontwikkeling wordt gesteund door de Duitse overheid in het kader van hun 'High Tech Stategy 2020'. In dit programma staan automatisering door toepassing van ICT en duurzaamheid door minder energiegebruik en materiaalverlies tijdens de productie centraal.

Het lijkt erop dat Adidas met hun Speedfactory en recycling de achterstand die ze (mogelijk) hebben op andere sportfabrikanten omzetten in een voorsprong. Dat hierbij gebruik gemaakt wordt van technologie en kennis die in Duitsland voorhanden is, maakt een snelle implementatie mogelijk. En wie weet gaat Adidas in de nabije toekomst in Duitsland weer hun op maat gemaakte sportschoenen produceren.

Meer info:
http://www.adidas-group.com
http://www.adidas-group.com
http://www.oechsler.com/

Nanotechnologie

Polyestervezel nanovezels met op maat gemaakte eigenschappen

Polyestervezels (PET) wordt breed toegepast in de textielindustrie wegens de goede mechanische eigenschappen, lage dichtheid en chemische resistentie. In een aantal toepassingen is het hydrofobe karakter polyestervezels lastig, zoals lage vochtopname, elektrostatische eigenschappen, pilling en vervuiling door olieachtig materiaal. Daarom zijn er nogal wat modificaties aan de polystervezel onderzocht om hierin verbetering te brengen zoals toevoegingen aan de vezel of veranderingen in de dwarsdoorsnede van het filament.
Toevoegingen aan PET vezels of samenstellingen met nanodeeltjes, zijn bijvoorbeeld nano deeltjes zoals ijzerdeeltjes, titaniumdioxide, montmorilloniet, calciumsilicaat, magnesiumhydroxide, silica en perliet. Het doel is dan steeds om PET geschikt te maken voor high tech toepassingen in bijvoorbeeld elektronica, sensoren, filters en medische producten.

Elektrospinnen is een effectieve werkwijze voor de productie van nanovezel non-wovenachtige materialen. Deze hebben een poreuze structuur, zijn licht van gewicht en hebben een hoog specifiek oppervlak en dat maakt ze aantrekkelijk voor veel potentiële toepassingen zoals in filtratie, beschermende kleding en biomedische toepassingen.

Onderzoekers aan het Department of Textile Engineering van de Uludag University in Turkije hebben de toevoeging van toermalijn deeltjes onderzocht. Toermalijnen hebben bepaalde unieke eigenschappen. Ze zijn piëzo-elektrisch, wat betekent dat als een kristal verhit of samengedrukt, verschillende elektrische ladingen worden gevormd aan de beide uiteinden van het kristal. Zo ontstaat een elektrische potentiaal. Als er een externe elektrische potentiaal op het kristal wordt uitgevoerd, vibreert het. Toermalijn (TM) is een natuurlijk boor silicaat mineraal.

Voor de liefhebber: toermalijn is AX3Y6(BO3)3 Si6O18(O, OH, F)4. De A kan calcium of natrium zijn. De X kan bestaan uit aluminium, ijzer, lithium of magnesium. De Y is normaal gesproken aluminium, maar kan ook chroom of ijzer zijn. Op de positie van A kan wat kalium zitten, mangaan kan in X zitten en vanadium kan in Y gevonden worden, maar deze elementen komen niet vaak voor in de formules van de toermalijngroep. Toermalijn kan ver-infrarode straling uitzenden, ontsmetten en kan water zuiveren. Toermalijn wordt gebruikt in elektronische en smart materialen, cosmetische producten, tandpasta, verven en als ontsmettingsmiddel. Het is dus interessant om na te gaan of vezels voorzien van toermalijn interessant zijn voor medische en andere toepassingen.

De onderzoekers mengden 3% toermalijn poeder van 40-800 nm, in PET masterbatches. De verkregen filamenten werden opgelost in dichloromethaan en trifluoroazijnzuur voor het elektrospinproces. Vergelijking tussen de PET met en zonder toermalijn gaf de volgende resultaten: De aanwezigheid van toermalijn gaf verhoogde elektrische geleidbaarheid met een factor 7 (tot 50 $x10^{-4}$ S/cm). De contacthoek nam af van 134 naar 113°, wat duidt op een betere bevochtigbaarheid. Interessant is dat de aanwezigheid van de zogenaamde negatieve ionen in de omgeving/lucht toeneemt van 1000 naar 7000 deeltjes/cm^3. Dit zou een positief effect op de gezondheid kunnen hebben en het aantal schadelijke deeltjes in de lucht kunnen verminderen (hoewel daar nog veel discussie over is).
Interessant is dit zeker want het zou dit materiaal geschikt kunnen maken voor toepassingen voor gebruik in de gezondheidszorg, beschermende textielen, filtratie, elektronische apparaten en medische toepassingen. Nu nog uitzoeken of dit op grote schaal ook werkt.

Meer info:
http://trj.sagepub.com
https://nl.wikipedia.org
https://en.wikipedia.org
http://www.electrostatics.net

Smart Textiles

Smart materials: een groeiend aantal toepassingen

Smart materials zijn materialen die van eigenschap veranderen als reactie op prikkels uit de omgeving, het maakt materiaaleigenschappen dynamisch en maakt veel (nieuwe) toepassingen mogelijk. Zoals lenzen die in zonlicht donker kleuren of complexe nanocomposieten die worden gebruikt in de elektronica.

Smart materials is een groot onderzoeksterrein en er zijn al veel producten in de markt zoals thermochrome kleurstoffen die van kleur veranderen onder invloed van warmte of bijvoorbeeld glow in the dark pigmenten. Dit onderzoek houdt natuurlijk niet op en recente ontwikkelingen en voortdurende verbeteringen zullen tot goedkope slimme materialen leiden. Het onderzoekbureau LUXReserch heeft vastgesteld dat de huidige definities van smart materials ontoereikend zijn omdat de toepassingen vaak niet worden genoemd.

In onderstaand figuur zien we een fraaie relaties tussen de smart materials, toepassingen en het stadium van de ontwikkeling. Volgens de onderzoekers van LUX zijn de volgende drie terreinen nu actueel:

- self-healing coatings en materialen (waar ook Nederland een grote riool speelt in een IOP project)
- sensing materialen (een enorme groep sensoren)
- vormgeheugen materialen (shape memory materials)
-

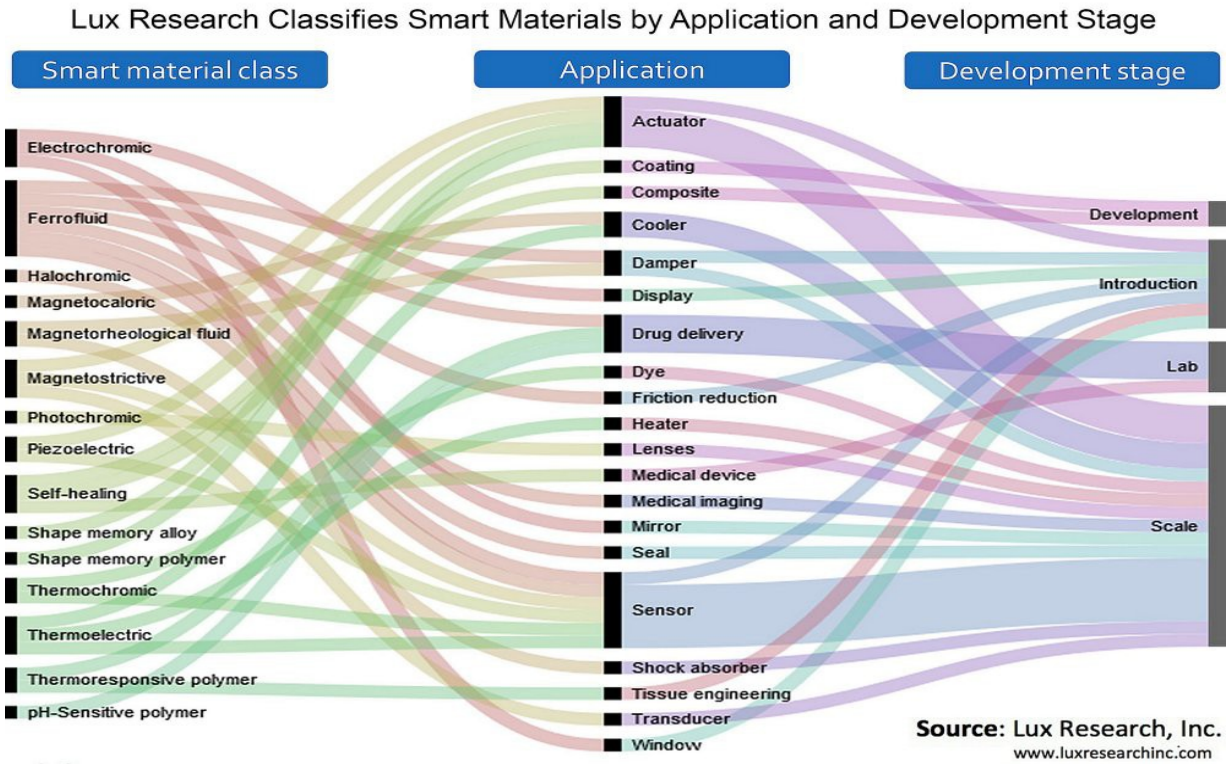
Vaak zijn deze materialen onderdeel van een systeem waar de effecten worden omgezet in een actie zoals een druksensor die een signaal doet afgaan als er belasting wordt waargenomen. Ook worden er computer modellen ontwikkeld die helpen bij het ontwerp van deze materialen.

Volgens een aantal analisten ligt de focus op zelfherstellende materialen. Met toepassingen in composieten en coatings zijn zelfherstellende materialen ontwikkeld die automatisch schade of breukjes herstellen, bijvoorbeeld door chemische aantasting.
Volgens LUX zijn er op dit moment meer dan 300.000 patenten verleend onder de noemer slimme materialen (waarvan alleen al in 2012 zo'n 100000). Hieronder vallen ook de piezo-elektrische materialen als gevolg van booming toepassingen in mainstream producten zoals inkjet printers, digitale camera's en smartphones.

Voor textiele toepassingen zijn de smart materials, vaak pigmenten, van belang, zoals de thermochrome, elektrochrome, fotochrome en halochrome kleurstoffen. Die worden al veel toegepast. Piezo is van belang in allerlei sensoren in smart en wearable textiles. Self healing zou wel eens een mooie toepassingen kunnen zijn in allerlei coating toepassingen. We zien ook mogelijkheden voor pH en temperatuur gevoelige sensoren bijvoorbeeld in medische en sport toepassingen. Shape memeory materialen zijn al eens getoond, maar zijn nooit verder gekomen dan het "gimmick" niveau.

Toch belangrijk om al deze ontwikkelingen goed in de gaten te houden; ook in meer technisch functionele toepassingen is er veel te verwachten van deze categorie smart materials.

Meer info:
http://www.european-coatings.com
http://www.luxresearchinc.com
https://www.rvo.nl



Smart Textiles

Een garen als batterij, in een continu proces vervaardigd

Onlangs is het Texenergie project gestart, een samenwerking tussen Saxion, Avans en een groot aantal bedrijven lid van branchevereniging MODINT in combinatie met een aantal andere high tech bedrijven. Doel is te onderzoeken hoe de opvang en opslag van (elektrische) energie geïntegreerd kan worden in textiel.

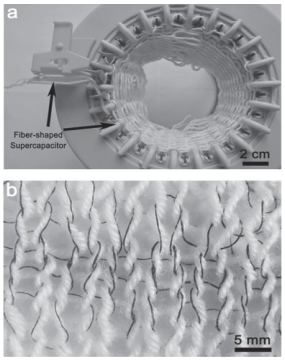
Ontwikkelingen op gebied van nanodepositie en elektrolyse maken het in principe mogelijk om zonnecellen en batterijen op filamentniveau (textieldraden) te construeren. Door deze draden te weven en te koppelen aan embedded elektronica, ontstaat een systeem met autonome energievoorziening.

In dit project worden de opvang- en de opslagfunctie afzonderlijk onderzocht, en wordt vervolgens gekeken hoe werkbare vormen van opvang en opslag in textiel geïntegreerd kunnen worden. Door hieruit verschillende werkende demonstrators te ontwikkelen, leggen we de relatie naar praktische toepassing en industriële produceerbaarheid.

Maar ontwikkelingen staan niet stil. Een groep onderzoekers aan de Fundan universiteit in China ontwikkelden een proces waarmee in een procesgang een batterij kan worden gemaakt die in staat is elektriciteit op te slaan. Onderaan een weergave van het proces.

De SEM plaatjes geven weer hoe de vezel er uitziet na de verschillende passages door het systeem.

Het proces begint met het vervaardigen van filamenten van koolstof nanotubes, waaraan bij opeenvolgende stappen door elektrochemische depositie verschillende lagen worden aangebracht. Aan het einde worden de twee filamenten getwijnd en kan een batterij met een lengte van 5 m worden gemaakt. Deze batterij kan probleemloos 10000 keer worden opgeladen.

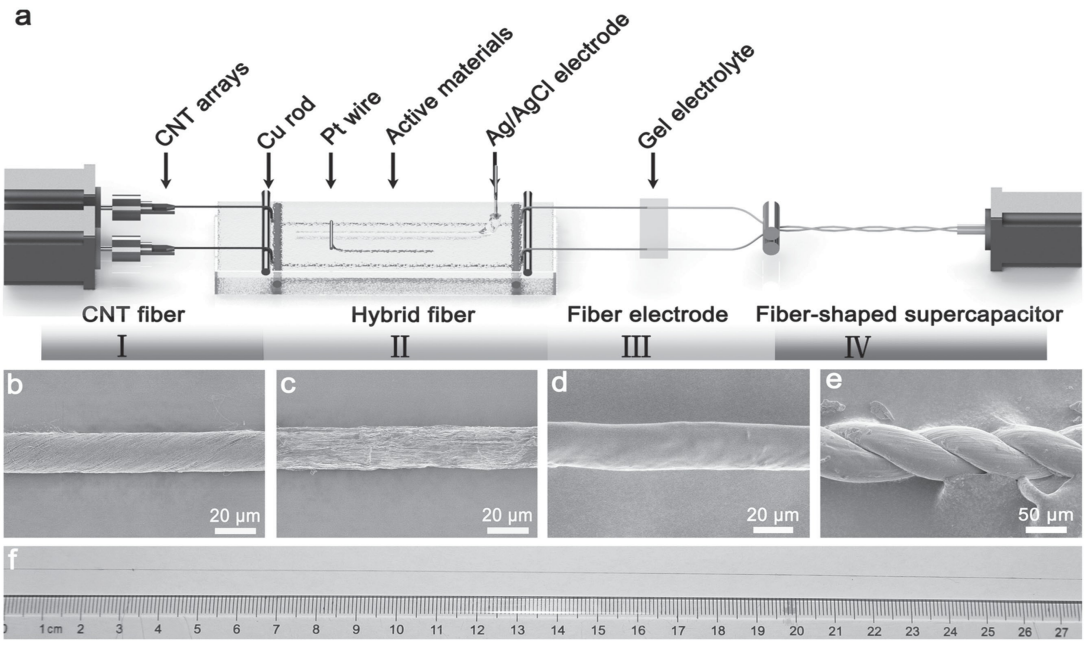


De batterij werd vervolgens in een breisel opgenomen in een rondbreiproces, zie de figuur hiernaast. De verkregen vezels waren goed bestand tegen buigen. Na 1000 keer buigen werd geen verlies in capaciteit waargenomen.

De garens leveren bij een stroomdichtheid van 310 mA/cm3 een potentiaal op van 1 volt. Er werden testen gedaan door er 3 in serie te schakelen en dat leverde 3V op. Door ze parallel te schakelen gaan ze langer mee.
Die levensduur is nog wel een issue want na 100 seconden is de batterij leeg, door drie stukken parallel te schakelen gaat deze 3 keer zo lang mee, maar daar moet nog wel wat aan gedaan worden. Natuurlijk is de levensduur afhankelijk van de afname, maar het is toch een punt van aandacht.

Kortom een fraai onderzoek dat aanleiding is om in het Texenergie project goed naar te kijken.

Meer info:
http://www.avans.nl
http://onlinelibrary.wiley.com

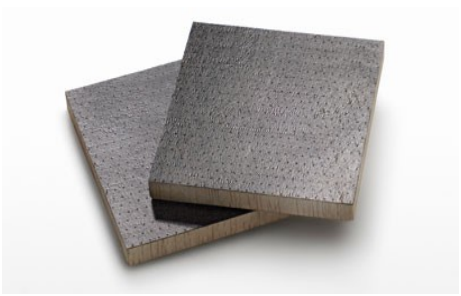


Composieten

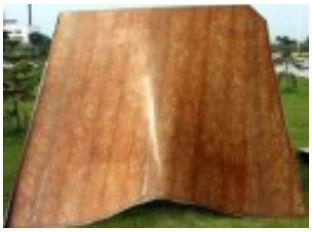
Nog even bio composiet

Koolstofvezel composieten zijn sterk en licht, met vele toepassingen. Vandaag de dag is de vraag vooral beperkt door de hoge kosten. Daardoor zijn ze momenteel voornamelijk gebruikt in producten waarbij prestaties belangrijker zijn dan de prijs.

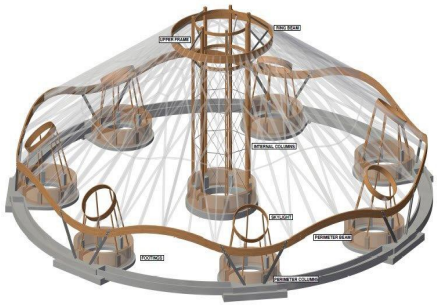
Het Engelse bedrijf Composites Evolution heeft een productrange in de markt genaamd Biotex. Nieuw is het gebruik van vlas al dan niet in combinatie met koolstofvezels. Naast vermindering van de kosten van het materiaal, verbetert het gebruik van vlas de demping van trillingen en dat is een groot voordeel in bijvoorbeeld transport of in sportartikelen. Andere voordelen zijn dat het lichter is



en milieuvoordelen biedt ten opzichte van alleen koolstofvezels. Het ziet er ook mooier uit, hoewel dat natuurlijk subjectief is.
De combinaties van vlas met koolstof wordt op drie manieren bereikt: hybride garen mengsels in weefsels, gebruik maken van vezelbundels en door verschillende lagen (hybrid layers) materiaal te gebruiken.
In de gelaagde hybride benadering worden een of meer lagen koolstofvezel vervangen door vlas. Zo zijn er meerlaagse, micro-sandwichconstructies met dezelfde buigstijfheid te produceren. Hierbij ontstaat een synergetisch effect tussen de koolstofvezels en het vlas met als resultaat een betere trillingsdemping. Nu de recycling nog oplossen.
Het Zweedse Innventia, samen met Swerea, heeft een ander antwoord op het gebruik van koolstofvezels: 100% lignine uit houtvezels, in het bijzonder uit naaldhout. De investeringen van de afgelopen jaren in R & D beginnen nu dividend op te leveren. Ook hier levert het gebruik van lignine gewichtsbesparingen op.



Er is een demonstrator gemaakt - een sandwich structuur waarin balsahout gelamineerd met koolstofvezel – die het eerste bewijs is dat het mogelijk is een lignine gebaseerde koolstofvezel te produceren, op laboratoriumschaal. Er wordt nu gewerkt aan een model auto. Ook wordt en nagedacht over grote schaal productie methoden. Het Chinese bedrijf East Asia Composites (EAC) maakt gebruik van een organisch textiel afkomstig uit de Filipijnen als de oplossing voor composieten in grote bouwkundige constructies. De klant vroeg EAC om een doorzichtig scherm met een natuurlijk materiaal uitstraling te creëren om in combinatie met de weelderige leefomgeving rondom het project site toe te passen.



De vezel, abaca ook wel Manilla hennep genoemd, is inheems in de Filippijnen en is bekend om zijn gebruik in de productie van handtassen, tapijten, touw en meubels. Maar opgenomen in composiet panelen geeft het een indrukwekkend organisch karakter. Het materiaal is UV bestendig en voldoet aan Filipijnse bouwvoorschriften. De structurele sterkte wordt mede verkregen door de schoren die in de constructie zijn opgenomen. De panelen worden toegepast op een dakconstructie van 16 meter hoog en 40 meter doorsnede.

Meer info:
http://www.compositesevolution.com
http://www.innventia.com
http://www.innventia.com
http://www.eastasiacomposites.com
https://en.wikipedia.org

Materialen

Kapok herontdekt?

Kapok is een cellulosevezel die aan de kapokboom groeit. De kapokboom produceert zaden met daaromheen vezels. De kapokboom heeft weinig water en geen pesticiden nodig. Het zaad en de vezels hebben nuttige toepassingen. De vezels zijn daarom als duurzaam te beschouwen.
Kapokvezels hebben een lengte van 20-40mm en zijn hol van binnen. Ze wegen daardoor veel minder dan katoen. Kapokvezels worden veel gebruikt voor isolatie en voor vulling van bijvoorbeeld kussens.

De laatste jaren zijn er echter ook garens op de markt gekomen, meestal in een menging met katoen. Het spinnen van kapokvezels is lastig, omdat de vezels erg glad zijn doordat ze een wasachtige laag hebben. Deze waslaag zorgt er echter ook voor dat de vezels hydrofoob en antibacterieel zijn.

Garens uit kapokvezels kunnen alleen gemaakt worden in blends waarin tenminste 50% andere vezels worden gebruikt. Omdat de kapokvezels glad en niet sterk zijn, nemen de mechanische eigenschappen van het kapokgaren sterk af met het percentage kapok. Commerciële garens, zoals Piumafil, bevatten dan ook vaak maar 15-25% kapokvezels. De garens zijn isolerend,sneldrogend en anti-bacterieel.

Meer info:
http://flocus.pro
http://www.wildfibres.co.uk
http://nopr.niscair.res.in
http://flocus.pro

Comfort

Tactiele eigenschappen van textiel meten

Onze huid is ons grootste orgaan. Het is een complex en dynamisch systeem dat van vitaal belang is voor onze gezondheid. De huid is in feite ook een tastsensor dat krachten en "gevoel" van de materialen die wij aanraken, registreert en in onze hersenen een proces op gang brengt waarmee wij interpreteren hoe iets aanvoelt.
Echter, de menselijke huid staat het grootste deel van de tijd in nauw contact met kleding gemaakt van verschillende vezels. Wrijving tussen de huid en textiel is dus een belangrijke parameter die onze mening over textiel comfort bepaalt. De wrijvingscoëfficiënt tussen menselijke huid en textiel wordt beïnvloed door factoren zoals vochtigheid, temperatuur, het textiel zelf en natuurlijk de eigenschappen van de huid. Maar als we een product ontwikkelen hoe kunnen we dan rekening houden met deze tactiele eigenschappen?

Daarvoor is het Kawabata Evaluation System (KES) ontwikkeld dat wordt gebruikt om op basis van objectieve metingen uitspraken te kunnen doen over de tactiele (greep) eigenschappen van textiel. Het systeem bestaat uit een serie instrumenten die een aantal mechanische eigenschappen meten en samen een indruk geven van de greep van een textiel. Er worden vijf verschillende tests uitgevoerd: buiging, afschuiving, trek- en druk- stijfheid, alsmede de gladheid en wrijvingseigenschappen. Met deze methode (kost wel meer dan 200.000 €) kan bij een verdere interpretatie van de data een uitspraak gedaan worden over de tactiele eigenschappen en kan de relatie met vezels, garens en weefselstructuur gemeten worden.
Het systeem werd ontwikkeld door een team onder leiding van professor Kawabata aan de universiteit van Kyoto in Japan. De eerste ontwikkelingen begonnen in 1968 en het systeem werd in de huidige vorm 1978 op de markt gebracht.

Een recente ontwikkeling is de FTT touch tester, op de markt gebracht door SDL Atlas. Dit is een innovatief instrument geschikt voor het meten van vijf parameters in een eenvoudige drie minuten test. Deze vijf parameters zijn heatflux, temperatuur, druk, wrijving en vervorming. In een enkele test meet de FTT de dikte van de stof, samendrukbaarheid, buigweerstand, afschuiving (shear), oppervlaktewrijving en ruwheid en thermische eigenschappen. De software neemt al deze gegevens op en zet die om in objectieve metingen en grafieken. Deze informatie kan worden gebruikt om de tactiele eigenschappen, de greep, snel in kaart te brengen terwijl de individuele gegevens gebruikt kunnen worden in allerlei onderzoeken.

Saxion heeft sinds kort de beschikking over deze FTT. Dit apparaat is nog zo nieuw dat er een gebruikersgroep is onder leiding van Hogeschool Gent die aan de hand van vele metingen de exacte interpretatie gaat onderzoeken. Aan de groep werkt Saxion ook mee. Dit project TOUCHÉ! genaamd richt zich op:
- Uittesten van nieuwe testmethoden voor het aanvoelen van textiel;
- Opstellen van thermo-mechanische textiel-huid modellen;
- Bepalen van correlaties tussen subjectieve en objectieve meetmethoden.
De FTT is een belangrijk onderdeel van dit project.

Maar onderzoek staat niet stil. Een groep onderzoekers aan de School of Mechatronic Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu in China heeft een sensor systeem in ontwikkeling. De sensor, ook wel kunstvinger genoemd, tast het textiel af en de daarbij geregistreerde krachten worden geïnterpreteerd als informatie over de tactiele eigenschappen van textiel. De kunstmatige vinger scant als het ware het oppervlakte en stuurt de informatie naar een processor voor verder verwerking en interpretatie. Hier wordt nog verder aan gewerkt en de correlatie met wat proefpersonen ervaren en wat de metingen opleveren moet ook nog vastgesteld worden.

Dit onderzoek is een variant op een onderzoek van een aantal jaren geleden waar ook naar dergelijke sensoren is gekeken. De nadruk lag daar op de wrijvingscoëfficiënt en het doel was een draagbaar apparaat te bouwen. De test probe in dat onderzoek was gebaseerd op een twee-componenten krachtsensor waarbij de normale en tangentiële krachten kunnen worden gemeten om de wrijvingscoëfficiënt te bepalen. Twee plekken op het lichaam werden in het onderzoek betrokken: de perceptie van contact met de palm van de hand en die met de onderarm. Ook werd gekeken of er verschillen waren tussen de perceptie en de meetresultaten tussen mannen en vrouwen. Het antwoord is: Ja die zijn er. Vrouwen vertoonden 50% meer gevoeligheid voor de gladheid van textiel. Beide geslachten vonden de geteste wollen doek de hoogste wrijving vertoonde en nylon de laagste wrijving, behalve in de palm van de hand van vrouwen.

Een andere benadering is die bij Hohenstein in Duitsland is ontwikkeld: Het SOFIA systeem. Sofia staat voor Standardized Operating Fabrlc Applicator.
SOFIA meet de reactie van textiel op verschillende anatomische delen van de huid met instelbare druk en wrijving. Vervolgens worden er hersenscans gemaakt en wordt vastgesteld hoe we op textiel reageren op verschillende plaatsen van het lichaam. Het meet dus het gevoel van stress bij contact met textiel (EDA) en meet de ontstane hersenactiviteit (EEG).

Kortom: er is veel aan de hand om tot goede uitspraken over textieleigenschappen te komen, natuurlijk altijd in relatie met het gebruikersdoel: sportkleding zal anders ervaren worden als lingerie of een avondjurk of werkkleding.

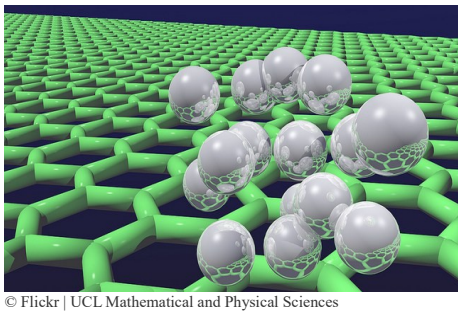
Meer info:
http://trj.sagepub.com
http://www.sciencedirect.com
http://expertise.hogent.be

Nieuwe materialen

Grafeen, het materiaal van de toekomst

Aan de universiteit van Glasgow is een nieuwe methode ontwikkeld om grafeen te maken tegen een veel lagere prijs dan voorheen mogelijk was. De onderzoekers ontdekten dat door een koperfolie te gebruiken, dat normalerwijze gebruikt wordt in lithium-ion batterijen, ze een veel gelijkmatiger grafeen laagje konden krijgen dan voorheen. Het gebruikte koperfolie is 100 maal zo goedkoop als het conventionele koperfolie dat men gebruikte.

Grafeen is een monolaag koolstofatomen, met unieke eigenschappen qua sterkte en geleidbaarheid. In Glasgow hopen ze grafeen te kunnen gebruiken in de productie van kunsthuid, waarbij de huid weer prikkels kan doorgeven aan de hersenen bij aanraking. Een stap verder is dan het gebruik van grafeen in kleding waarbij de kleding allerlei prikkels kan opvangen en doorgeven.



© Flickr | UCL Mathematical and Physical Sciences

Er zijn tal van toepassingen van grafeen in ontwikkeling die ook voor de textielindustrie van belang kunnen zijn. Van toepassing in vezels en coatings om geleiding of antistatische eigenschappen te verkrijgen of als middel om de kosten van waterzuivering (ontzouting) met een factor 100 terug te brengen. Of door toepassing in sensoren en communicatiemiddelen.

Het kunnen maken van een hoge kwaliteit grafeen tegen veel lagere kosten kan daarom gezien worden als een hele grote doorbraak voor dit wonderlijke materiaal van de toekomst.

Meer info:
http://www.jeccomposites.com
http://www.nature.com
http://www.entrepreneurial-insights.com
https://en.wikipedia.org

Recycling

Koolstof composiet recycling

Het gebruik van composieten neemt hand over hand toe. Koolstof composieten zijn licht en sterk. Zeker in bewegende delen en automotive toepassingen hebben ze grote voordelen ten opzichte van bijvoorbeeld metalen.
Een zwak punt van koolstofcomposieten is nog hun beperkte recyclebaarheid, waardoor de relatief dure koolstofvezels slechts eenmaal gebruikt kunnen worden. Het Instituut voor Textieltechniek (ITA) verricht al jaren onderzoek naar de recyclebaarheid van deze koolstof composieten. Onlangs werd in de vestiging van ITA in Augsburg een nieuwe machine in gebruik genomen, waarmee gerecyclede koolstofvezels verwerkt kunnen worden.

Jaarlijks worden ongeveer 50.000 ton koolstofvezels verwerkt in composieten. Omdat de koolstofvezels vaak opgesloten zitten in een thermohardende hars, moet in het recyclingproces de hars selectief worden verwijderd om de kostbare koolstofvezels terug te winnen.
Hiervoor zijn in principe 2 methoden beschikbaar: verwijderen van de hars in een pyrolyseproces, of het chemisch oplossen van de hars. In beide gevallen worden de vezels dan teruggewonnen. Geclaimd wordt dat met de oplosmethode een betere kwaliteit koolstofvezels wordt verkregen die nog ongeveer 95% van hun oorspronkelijke mechanische eigenschappen hebben behouden. Goed genoeg voor toepassing van de vezels in tal van producten zoals koffers, fietsframes en sportartikelen. Andere herwonnen koolstofvezels, vooral korte vezels, worden gemengd met harsen. Hieruit zijn onder andere protoypes van lichtgewicht autostoelen gemaakt (in het Carisma-project).

Met de nieuwe lijn van ITA kunnen ook langere herwonnen koolstofvezels worden verwerkt, zodat de hoogwaardige recycling van de dure koolstofvezels weer een stap dichterbij komt.

Meer info:
http://www.compositesworld.com
http://www.adherent-tech.com
http://www.jeccomposites.com
http://composite.about.com
http://composite.about.com

Fashion

José Teunissen naar Londen College of Fashion

Lector Modevormgeving José Teunissen van ArtEZ Hogeschool voor de Kunsten vertrekt per 1 januari 2016. Zij wordt decaan aan de School of Design and Technology van het London College of Fashion en tevens professor in Fashion Theory aan de University of Arts in London.

José Teunissen heeft in Nederland aan de wieg gestaan van de theorievorming rond mode. Daarnaast heeft ze een belangrijke rol gespeeld bij het tot stand komen van Click-NL en de werkgroep Next Fashion in het kader van de topsector creatieve industrie. Ook is ze de drijvende kracht achter het Centre of Expertise Future Makers in Fashion & Design bij ArtEZ.

Mede door José Teunissen is er een hechtere band en een betere afstemming en samenwerking ontstaan tussen AMFI, Saxion en ArtEZ (en TMO). Dit heeft geresulteerd in een groot aantal projecten waarin tenminste 2 hogescholen samenwerken, vaak ook in combinatie met een aantal modevormgevers en textiel- en kledingbedrijven. Voorbeelden van projecten zijn: 'Crafting Wearables', 'Virtuele Verwachting Fysieke Beleving', over de toekomst van de retail met onder meer Saxion, de Hogeschool Utrecht, Piet Zoomers en Nedap, 'Closing the Loop' en 'Going Eco, Going Dutch'.

Meer info:
https://www.artez.nl
https://www.artez.nl
https://www.fashionunited.com

Composieten

Recurf: Textiel, biocomposieten en biomaterialen

De Metropoolregio Amsterdam (MRA) zet stevig in op biobased materialen en grondstoffen. De Hogeschool van Amsterdam heeft aangetoond dat er goede kansen zijn voor het circulair verwerken van textiele/natuurvezel reststromen in combinatie met het toepassen van biobased plastics.

Hieruit is het project Recurf ontstaan (*Re-using Circular Urban Fibres and Biobased Plastics in Urban Products)*. Dus biobased kunststoffen met *urban fibres* (mooie naam voor post industriële en post consumer textiele afvalstromen).

Onderzoek wordt gedaan naar eigenschappen en duurzaamheid van materialen waarin deze twee grondstoffen worden gecombineerd. Daarnaast worden de mogelijkheden verkend om met deze nieuwe materialen aansprekende producten te ontwikkelen voor in- en exterieur gebruik.

Het project wordt uitgevoerd door de HvA (onderzoeksprogramma Urban Technology) in samenwerking met Saxion Hogescholen (lectoraat Smart Functional Materials) en ondersteund door de branche-brede instituten voor kunststof (DPI Value Centre) en textiele vezels (MODINT), en met inzet van kennisinstellingen TU Delft en Avans Hogescholen.

Het project wordt uitgevoerd samen met veertien mkb-ondernemingen die voorop willen lopen in de verwerking van biobased kunststoffen en vezelmaterialen tot nieuwe producten. Aan het project werken verder vier grote ondernemingen uit de MRA mee (Starbucks, Schiphol, Nike en Sympany).

Het project zal leiden tot kennis over eigenschappen, verwerkingstechnieken en toepassingsmogelijkheden van nieuwe materiaalcombinaties en tot kennis over circulaire business modellen.

Er worden inspirerende voorbeelden van concrete toepassingen ontwikkeld. Het project draagt daarnaast bij aan cross-cycle en cross-sectorale netwerken door het bij elkaar brengen van partijen uit de biobased plastics waardeketen en de vezelverwerking, partijen uit de textielsector en kennisinstellingen.

De kennis is specifiek interessant voor de MRA vanwege de grote aanwezigheid van bedrijven uit de betrokken sectoren.
De kennis zal echter breder verspreid worden door middel van opname in het onderwijs van de hogescholen, seminars, publicaties en presentaties op de Dutch Design Week.

Meer info:
http://www.hva.nl
http://www.biobasedplastics.nl/

En dan nog even dit …

Aan het eind van het jaar is er tijd voor reflectie. Wat is goed gegaan en wat kan beter? En wat zijn de doelen voor volgend jaar?

Zeker is dat duurzaamheid de komende jaren bij alle bedrijven hoog op de lijst van aandachtspunten blijft staan. Maar wat is nu precies duurzaamheid en hoe moet je processen, producten en gewoontes veranderen om duurzamer te produceren en te leven?
Er zijn een aantal uitstekende online cursussen op dit gebied. Misschien iets om tussen kerst en oud en nieuw naar te kijken?

Meer info:
http://www.duurzaambedrijfsleven.nl

Colofon

TexAlert wordt uitgebracht in opdracht van Reservefonds Textielresearch.
Contactpersoon:
drs. Cees Lodiers
c.lodiers@kpnmail.nl

Redactie:
drs. Anton Luiken *(eindredactie)*
Alcon Advies B.V.
Tel. 06 38931675
anton.luiken@alconadvies.nl

ir. Ger Brinks
BMA-Techne
Tel. 06 22901777
gjbrinks@bmatechne.nl