

Recurf-UP! Een nieuwe bestemming van textielafval van biocomposiet tot designproduct

Oskam, Inge F.; Lepelaar, Mark; de Leede, Annelies ; Martina, Richard ; Goedkoop, Daan; van der Velden, Natascha; Visser, Ilana; de Jong, Matthijs

Publication date

2019

Document Version

Final published version

Citation (APA)

Oskam, I. F., Lepelaar, M., de Leede, A., Martina, R., Goedkoop, D., van der Velden, N., Visser, I., & de Jong, M. (2019). *Recurf-UP! Een nieuwe bestemming van textielafval: van biocomposiet tot designproduct*. (Publicatierreeks HvA Faculteit Techniek). Hogeschool van Amsterdam.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Amsterdam University of Applied Sciences

Recurf-UP!

Oskam, Inge; Lepelaar, Mark; de Leede, Annelies; Martina, Richard; Goedkoop, Daan; van der Velden, Natascha; Visser, Ilana; de Jong, Matthijs

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Oskam, I., Lepelaar, M., de Leede, A., Martina, R., Goedkoop, D., van der Velden, N., ... de Jong, M. (2019). *Recurf-UP! Een nieuwe bestemming van textielafval: van biocomposiet tot designproduct*. (Publicatierreeks HvA Faculteit Techniek). Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please contact the library: <http://www.hva.nl/bibliotheek/contact/contactformulier/contact.html>, or send a letter to: University Library (Library of the University of Amsterdam and Amsterdam University of Applied Sciences), Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

RECURF-UP!

Een nieuwe bestemming van
textielafval: van biocomposiet
tot designproduct

Inge Oskam
Mark Lepelaar
Annelies de Leede
Richard Martina
Daan Goedkoop
Natascha van der Velden
Ilana Visser
Matthijs de Jong

Publicatiereeks HvA Faculteit Techniek

In deze publicatiereeks bundelt de faculteit Techniek van de Hogeschool van Amsterdam de resultaten van praktijkgericht onderzoek. De publicatie is gericht op professionals en ontsluit kennis en expertise die via praktijkgericht onderzoek van de HvA in de metropoolregio Amsterdam wordt verkregen. Deze publicatie geeft de lezer handvatten om tot verbetering en innovatie in de technische beroepspraktijk te komen.

Deze publicatie presenteert de resultaten van het RECURF-UPI-project. Een tweejarig onderzoek naar circulaire biocomposieten op basis van textiele reststromen en biobased plastics, waarbij kennis is ontwikkeld over concrete materiaaleigenschappen, over de mogelijkheden van digitale productietechnieken, over het daadwerkelijk circulair maken van de waardeketen van vezel tot eindproduct en over kansrijke circulaire businessmodellen.

Faculteit Techniek

De faculteit Techniek van de Hogeschool van Amsterdam is de grootste technische hbo van Nederland. De faculteit bestaat uit acht technische opleidingen met gevarieerde leerroutes en afstudeerrichtingen. Het palet aan opleidingen is zeer divers, van Built Environment tot Engineering, van Logistiek tot Forensisch Onderzoek en van Maritiem Officier tot Aviation.

Onderzoek bij de faculteit Techniek

Onderzoek heeft een centrale plek bij de faculteit Techniek. Dit onderzoek is geworteld in de beroepspraktijk en draagt bij aan de continue verbetering van de kwaliteit van het onderwijs en aan praktijkinnovaties. Het praktijkgericht onderzoek van de HvA heeft drie functies:

- Ontwikkeling van kennis
- Innovatie van de beroepspraktijk
- Vernieuwing van het onderwijs

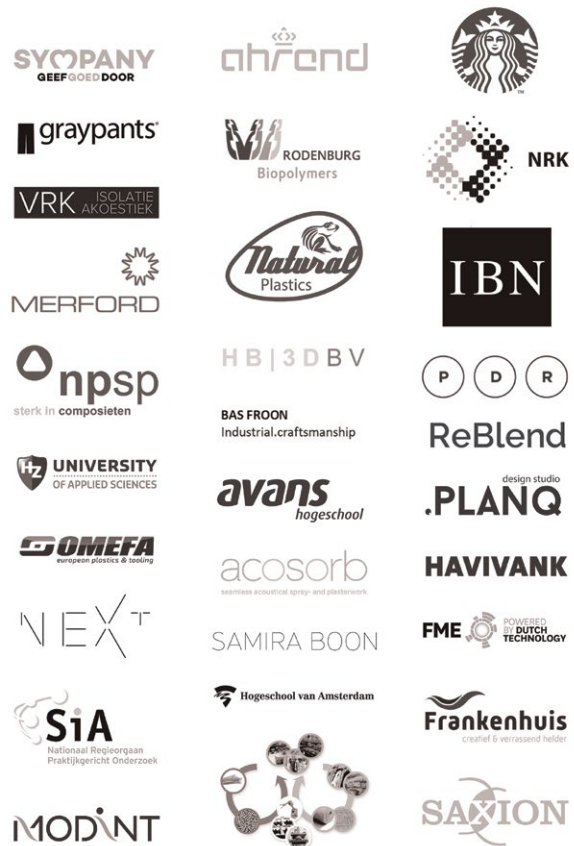
Onderzoeksprogramma's

De faculteit Techniek kent drie onderzoeksprogramma's die alle nauw gekoppeld zijn aan de opleidingen. Deze programma's zijn:

- Urban Technology
- Aviation
- Forensisch Onderzoek

Het HvA-Kenniscentrum Techniek is dé plek waar de resultaten van het praktijkgericht onderzoek worden gebundeld en uitgewisseld.

Consortium onderzoeksproject RECURF-UP!



RECURF-UP!

**Een nieuwe bestemming van
textielafval: van biocomposiet
tot designproduct**







Inleiding



Een belangrijk motto in de transitie naar een circulaire economie luidt: afval is grondstof. Het duidt op de doelstelling om een afgedankt materiaal maximaal te hergebruiken. Helaas is het lang niet altijd mogelijk om een reststroom zodanig te recyclen dat hij als nieuwe grondstof kan worden ingezet. Het materiaal is bijvoorbeeld te vervuild of het is vermengd met andere materialen. Aan de andere kant kan een reststroom ook interessante eigenschappen hebben waarvan je gebruik kunt maken. Denk aan een bijzondere herkomst, een mooi uiterlijk of een interessante functionele eigenschap.

Bij de Hogeschool van Amsterdam onderzoeken we voor verschillende reststromen of er nog een tweede leven mogelijk is. Een voorbeeld van zo'n reststroom is niet-herbruikbaar textiel, dat niet goed te recyclen is en nu vaak terecht komt in isolatiemateriaal, paardendeckens of de verbrandingsoven. De afgelopen vier jaar onderzochten we de mogelijkheden om juist met dit afgedankte textiel nieuwe hoogwaardige materialen en producten te creëren door het te combineren met biobased plastics. We deden dit samen met diverse mkb-bedrijven uit de textielverwerkings- en de biobasedplastics-keten, met bedrijven die textielresten aanbieden en met verschillende kennisinstellingen, ondersteund door twee RAAK-mkb-subsidies en een KIEM-VANG-subsidie van Regieorgaan Praktijkgericht Onderzoek SIA.

Tijdens het eerste project, RECURF, ontdekten we dat het combineren van textiele reststromen met biobased plastics een interessante biocomposiet oplevert die eigenschappen blijkt te hebben waarmee mooie en kansrijke producten kunnen worden gemaakt. De resultaten hiervan zijn beschreven in de publicatie RECURF, *hergebruik van textiel in biocomposieten: van materiaal tot toepassing uit 2017*.



Met RECURF-UP! en BiOrigami heeft het projectteam van onderzoekers, docenten, studenten en kennis- en bedrijfspartners uit de gehele waardeketen een volgende stap gezet. Door efficiënte (digitale) productietechnieken in te zetten, slimme en mooie ontwerpen te maken, na te denken over milieu-impact en circulaire businesscases te ontwikkelen, laten we zien hoe we daadwerkelijk tot opschaalbare circulaire toepassingen kunnen komen. Het resultaat daarvan presenteren we in dit boek. Een aantal van de projectpartners zijn al volop bezig eigen RECURF-producten te ontwikkelen en op de markt te brengen. We hopen met deze publicatie ontwerpers, architecten, producenten en beleidsmakers te inspireren dit ook te doen en een steentje bij te dragen aan de transitie naar een circulaire economie.



Inhoudsopgave



1.

Achtergrond

2.

Materiaaleigenschappen & productie

3.

Digitale productie

4.

**Toepassing;
Ontwerp & waardecreatie**

5.

**Ketensamenwerking
& businessmodellen**

6.

Circulariteit & LCA

7.

Conclusies & aanbevelingen





1 Achtergrond

In de samenleving is veel aandacht voor de circulaire economie, een economie waarin kringlopen worden gesloten door materialen en grondstoffen aan het eind van de gebruiksduur in te zetten voor nieuwe producten. Er wordt nagedacht over het gebruik van biobased grondstoffen, recycling en upcycling en over de ontwikkeling van nieuwe businessmodellen rond afvalhergebruik en rond de vraag hoe er toegevoegde waarde kan worden gecreëerd.

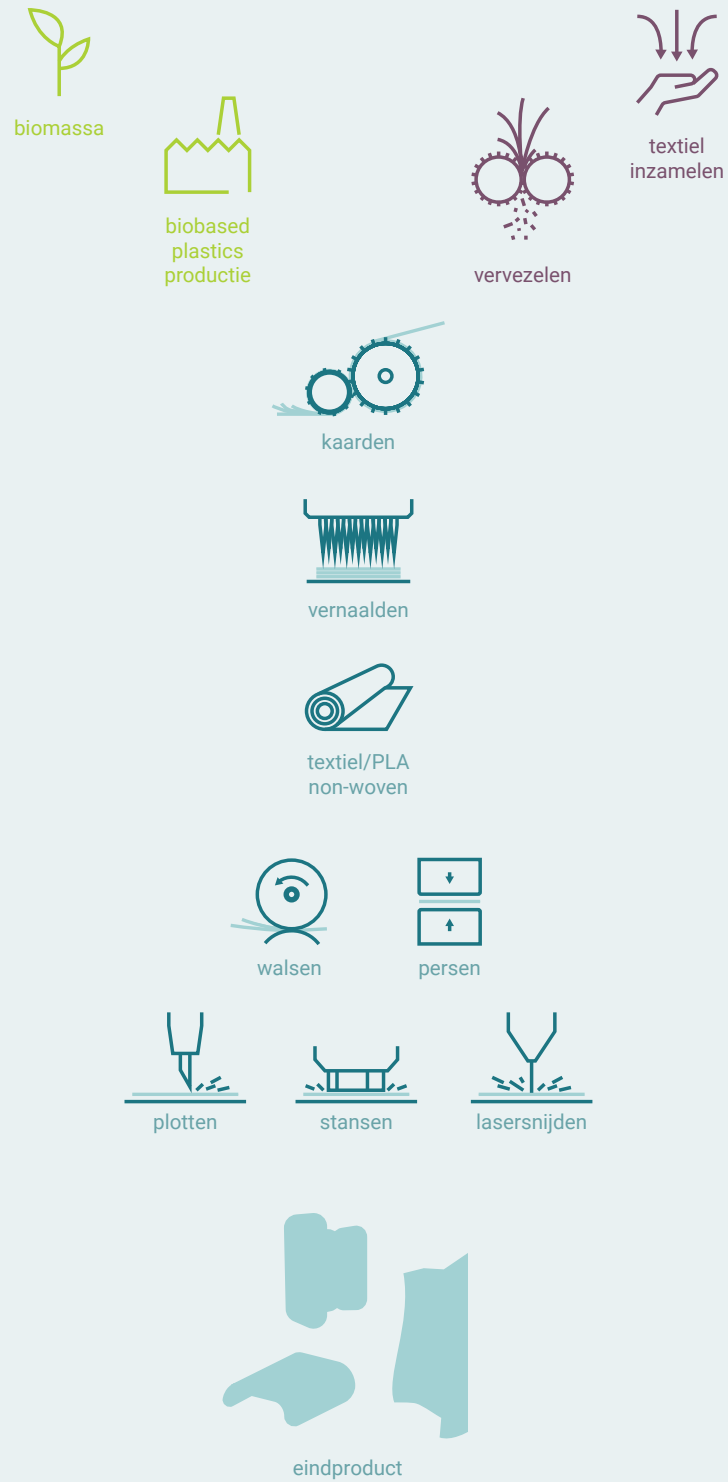
Ook is er veel aandacht voor het verduurzamen van de textielketen, van de productie van virgin vezel tot hergebruik (Koppert et al., 2017). De hoeveelheid ingezamelde textiele reststromen groeit, maar niet alle textiel is geschikt voor hergebruik of recycling tot vezel of nieuw textiel. Er zijn toepassingen bekend zoals het gebruik in isolatie, maar uit het oogpunt van waardecreatie is het interessanter om te zoeken naar hoogwaardiger toepassingen voor de vezels, zoals bijvoorbeeld het gebruik in biocomposieten.

Er bestaat in West-Europa ook weer toenemende aandacht voor de maakindustrie. Productie die voorheen was verplaatst naar lagelonenlanden wordt teruggehaald naar Europa. Er worden nieuwe, innovatieve productiemethodes ontwikkeld (smart manufacturing), zoals 3D-printen, lasersnijden en de slimme integratie van ontwerp en productie.

De onderzoeksprojecten

De Hogeschool van Amsterdam werkt al enige jaren samen met haar partners aan kennisontwikkeling omtrent bioplastics en biocomposieten waarin textielvezels worden hergebruikt. Van 2015 tot 2017 liep het RAAK-mkb RECURF project, waarin diverse materiaalcombinaties centraal stonden. Textiele restvezels van drie bedrijven (Sympany, Starbucks en Ahrend) werden met verschillende bioplastics gecombineerd tot nieuwe biocomposieten, waarvan vervolgens de toepassingsmogelijkheden werden verkend. Het onderzoek was erop gericht kennis te ontwikkelen over de eigenschappen van biocomposieten, het opschalen van de productie, de inzet van digitale productietechnieken en het ontwikkelen en evalueren van producten en bijbehorende businesscases. Het project onderzocht een breed scala aan materialen, verwerkingstechnieken en toepassingen (product-marktcombinaties). Uit dat onderzoek is gebleken dat er specifieke kansen liggen voor de ontwikkeling van plaat- en schaalvormige interieurtoepassingen. Denk aan wandpanelen van denim, cafétafels van jute en geluiddempende panelen. De projecten RECURF-UP! en het uitsluitend op origami gerichte BiOrigami hebben deze kansen nader onderzocht door de kennis over circulaire biocomposieten verder te ontwikkelen en verdiepen en digitale productietechnieken in te zetten.

Bij dit onderzoek is de gehele keten betrokken, van grondstof tot aan de vermarkting van het eindproduct. Dit is ook nodig om tot haalbare en aansprekende voorbeelden te komen. Er is verdiepend onderzoek gedaan naar het daadwerkelijk circulair maken van de keten en naar de toepassing van 'smart' productietechnieken om producteigenschappen te manipuleren en klantspecifiek te kunnen produceren. De materialen lenen zich bij uitstek voor plaat- en schaalvormige 3D-toepassingen waarbij voor- en achterzijde verschillende tactiele of perceptieve ervaringen bieden – hard vs. zacht, glad vs. ruw, licht vs. donker – die worden aangeduid als belevingswaarde van bewerkte biocomposieten met textiel. Omdat de materialen vouwbaar zijn, is er in het project BiOrigami apart onderzocht hoe er met digitaal aangebrachte origamipatronen verschillende 3D-producten kunnen worden gemaakt.



figuur 1: modelweergave RECURF project

Partners

Aan de projecten RECURF-UP! en BiOrigami hebben diverse partijen deelgenomen: drie hogescholen, drie branche-instellingen, drie textielleveranciers en achttien mkb-bedrijven uit de textielverwerkings-, kunststofproductie- en digitale productieketen en uit de creatieve industrie. Deze partners beslaan samen bijna de gehele keten, van grondstof tot eindproduct, en vertegenwoordigen zowel onderwijs en onderzoek als de markt. Bij dit onderzoek waren drie textiele reststroombedrijven betrokken;



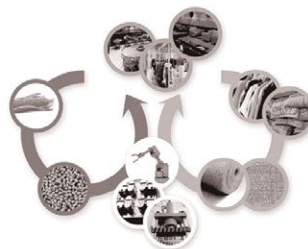
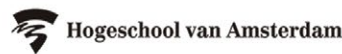
Sympany is inzamelaar van gebruikt textiel, waaronder kleding, en geeft dit een tweede leven. Meer dan 35% van deze textiele reststromen kan echter niet hoogwaardig worden hergebruikt of gerecycled. Sympany zoekt daarom naar mogelijkheden voor grootschalige toepassing van deze zogenaamde 'onderstroom'.



Ahrend is een toonaangevende internationale projectinrichter die in de totale bedrijfsvoering zo veel mogelijk circulair werkt en uitsluitend levert aan zakelijke eindgebruikers over de hele wereld. Bij de stoffering van het meubilair ontstaat snijafval. Ahrend is geïnteresseerd in de mogelijkheden om met dit textiele snijafval nieuwe materialen en producten te maken.



Starbucks is producent van koffie. De ruwe koffiebonen worden door een wereldwijd arsenaal van toeleveranciers in juten zakken naar de koffiebrandery in de Amsterdamse haven getransporteerd. Starbucks wil kijken of het mogelijk is om dit jute te hergebruiken en recycelen tot producten voor de inrichting van zijn koffiewinkels.



Aanpak en leeswijzer

In het RECURF-UPI-project is onderzocht hoe we textiele reststromen en biobased plastics kunnen combineren en hoe we deze combinaties kunnen gebruiken om circulaire producten te maken. Er is gekeken naar conventionele en digitale productietechnieken om producten te maken met een hoge toegevoegde waarde op een manier die ook opschaalbaar is. Hierbij is de gehele waardeketen betrokken. Het onderzoek bestond uit drie delen:

- Onderzoek naar materiaaleigenschappen en (digitale) productietechnieken, vastgelegd in datasheets, samples en demonstratieobjecten;
- Onderzoek naar de mogelijkheden voor ontwerp en waardecreatie, gedemonstreerd in een aantal concrete toepassingen;
- Onderzoek naar de samenwerking in de waardeketen die nodig is om tot succesvolle producten met een lage milieubelasting te komen.

Wil je gedetailleerd inzicht in de materiaaleigenschappen en productiemethoden, lees dan eerst hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 besteedt extra aandacht aan digitale productietechnieken en de mogelijkheden die deze bieden voor de circulaire economie.

Ben je vooral geïnteresseerd in de toepassingen die met dit materiaal kunnen worden gecreëerd, bekijk dan hoofdstuk 4. Hierin worden verschillende ontwerpen besproken.

Wil je meer weten over realisatie en impact? Hoofdstuk 5 beschrijft de samenwerking tussen de verschillende partijen in de keten en welke businessmodellen hiervoor toepasbaar zijn. Hoofdstuk 6 gaat vervolgens in op de milieu-impact en de mate van circulariteit, die wordt bepaald met een lifecycle-analyse van de materialen.

We sluiten deze publicatie af met conclusies en aanbevelingen voor een succesvolle circulaire implementatie van op textielafval en biobased plastics gebaseerde biocomposietproducten.



Ontwerpend onderzoek

Voor de afzonderlijke casestudies is sprake van ontwerpend onderzoek. Dit houdt in dat kleine teams van onderzoekers, mkb-deelnemers en studenten samen hebben gewerkt aan een casus. Het onderzoek is gedaan aan de hand van experimenten, ontwerpen en het maken van prototypes en heeft tot doel nieuwe technologische mogelijkheden te verkennen, nieuwe betekenis en waarde te creëren en op de ontwikkelde kennis te reflecteren. Er wordt gebruikgemaakt van generieke ontwerpmethoden, zoals de aanpak voor onderzoekend ontwerpen die wordt gebruikt binnen de HvA (Oskam et al., 2012), met daarbij specifiek aandacht voor ontwerpen met biobased plastics (Oskam et al., 2015) en circulaire ontwerpprincipes zoals ontwikkeld door de TU Delft (Bakker et al., 2014).









2

Materiaaleigenschappen & productie

Om te kunnen bepalen hoe de combinatie van textiele reststromen en biobased plastics op de juiste manier kan worden toegepast in producten, moest het materiaal eerst worden geanalyseerd. In het materiaalonderzoek zijn de volgende eigenschappen onderzocht:

- Mechanische eigenschappen zoals sterkte en stijfheid;
- Fysische eigenschappen zoals dichtheid, akoestische demping en brandgevoeligheid;
- Visuele en tactiele eigenschappen.

De onderzochte materiaalcombinaties zijn textiele reststromen in combinatie met het biobased thermoplastische polylactic acid (PLA). Het PLA is in vezelvorm verwerkt in de biocomposiet.

Productie halffabrikaten

De textiele reststromen worden vervezeld tot vezels met een lengte van 3 tot 7 cm. Deze textiele vezels worden samen met het biobased plastic – ook in vezelvorm – vernaald tot non-woven matten. Dit gebeurt in de verhouding 50% restvezel – 50% PLA-vezel. Het gewicht van de matten is 500 gram per m². Het vernaaldingsproces (zie ook figuur 2) bestaat uit de volgende stappen:

1. De losse textiel- en kunststofvezels worden met luchtdruk uit en door elkaar geblazen.
2. Dit mengsel wordt gekaard.
3. Door dit kaarden ontstaat een luchtig mengsel van beide soorten vezels. Dit wordt samengevouwen tot het juiste gewicht per m².
4. Het luchtige mengsel wordt vernaald tot een stevige en hanteerbare 'non-woven' mat.

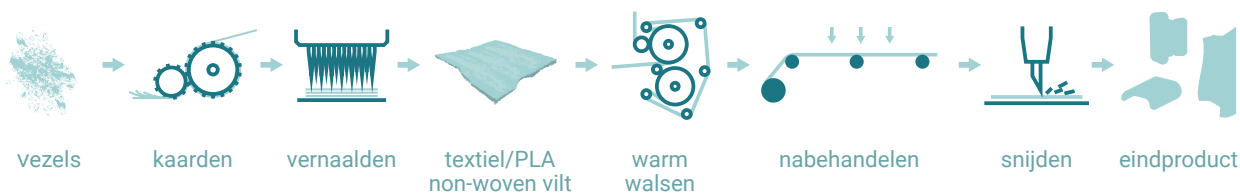
Met behulp van dit proces zijn verschillende materiaalcombinaties gemaakt die later in het project werden onderzocht en gebruikt voor het maken van de samples en prototypes. Er zijn een zestal combinaties onderzocht (zie tabel 1).

De PLA-bicovezel bestaat uit twee kwaliteiten PLA met verschillende smeltemperatures. De buitenzijde van de vezel heeft een lagere smeltemperatuur (125-140 °C) dan de binnenzijde (180 °C). Hierdoor zou deze vezel in principe ook zonder textiele reststroom kunnen worden verwerkt tot een vezelige plaat. De techniek hiervoor is gelijk aan de voorbeelden die we kennen van PETvezel. In het geval van RECURF-UP! levert het gebruik van het PLA-bico in combinatie met textiele vezels een plaat op die flexibeler en vezeliger is dan een non-woven met PLA.

De zes materiaalcombinaties RECURF

Jute	PLA-vezel	PLA-bicovezel
Denim	PLA-vezel	PLA-bicovezel
Wol	PLA-vezel	PLA-bicovezel

tabel 1: de zes materiaal combinaties RECURF



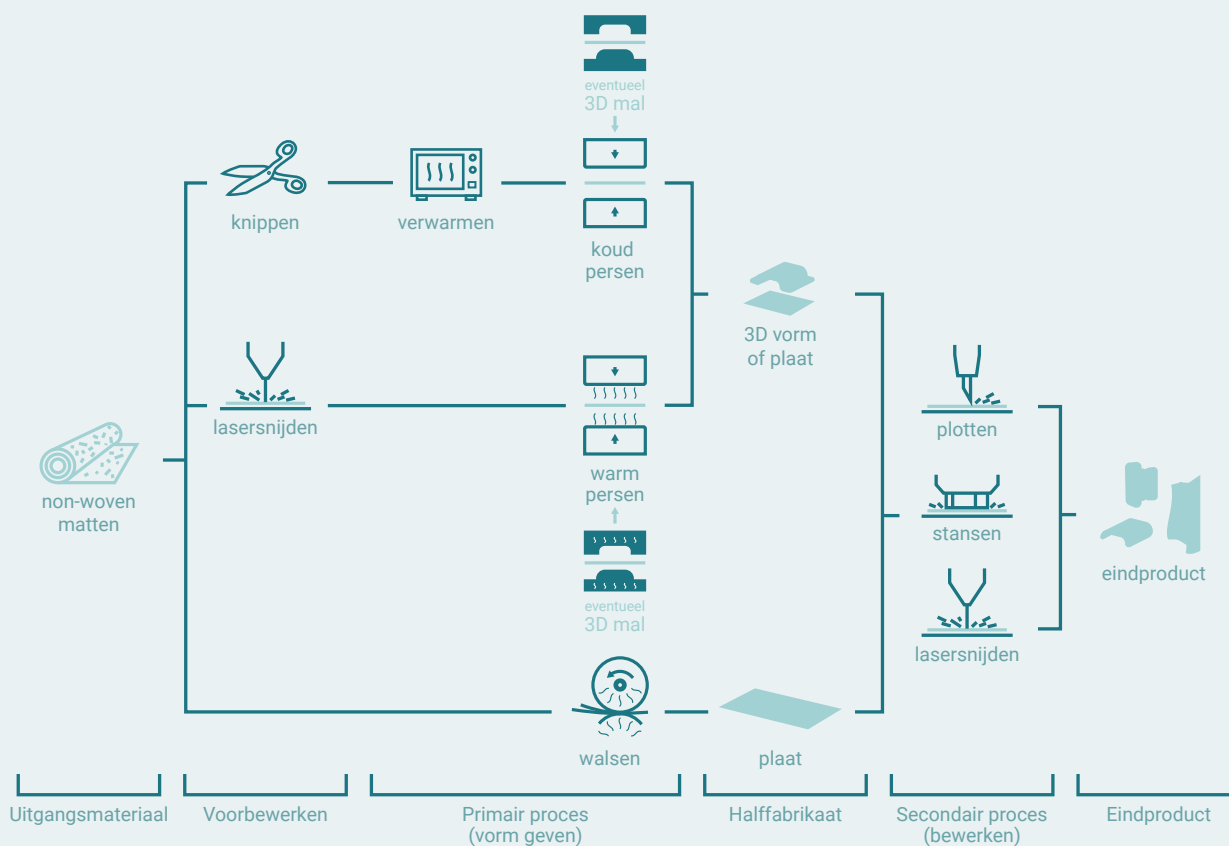
figuur 2: van vezel tot eindproduct



de gekaarde vezels worden door de vernaaldingsmachines tot non-wovens gemaakt

Bewerking

De non-wovens worden onder een hoge temperatuur en onder druk verwerkt tot vlakke platen of vormdelen. De vlakke plaat kan zowel door te persen als door te walsen worden gemaakt. De vormdelen worden geperst.



figuur 3: overzicht bewerkingstappen

Persen

Het persen gebeurt in een pers waarin mallen zijn opgenomen. Deze mallen kunnen een vorm hebben of vlak zijn. De te persen materialen kunnen ofwel vooraf worden verwarmd en vervolgens geperst in een koele mal, ofwel in een warme mal worden geperst. In het laatste geval zal de mal moeten worden gekoeld voordat het product eruit wordt gehaald. Voor de volgende cyclus moet de mal dan weer worden verwarmd en dat kost veel tijd en energie. In het persproces kan de druk gedurende langere tijd worden verhoogd, wat sterkere en stijvere producten tot gevolg heeft. Ook kunnen er in het persproces meer (tot wel 16) lagen van het basismateriaal van 500 gr/m² worden verwerkt tot een zeer sterke en stijve plaat.



de in het onderzoek gebruikte laboratoriumpers

Walsen

Het walsen vindt plaats in een zogenaamde kalender. Dit is een verwarmde wals die het materiaal onder druk kortstondig kan persen. Doordat de kunststof smelt, blijft de plaat samengedrukt en zal hij tijdens het afkoelen zijn stijfheid verkrijgen. Walsen is mogelijk met platen van maximaal twee lagen non-woven.

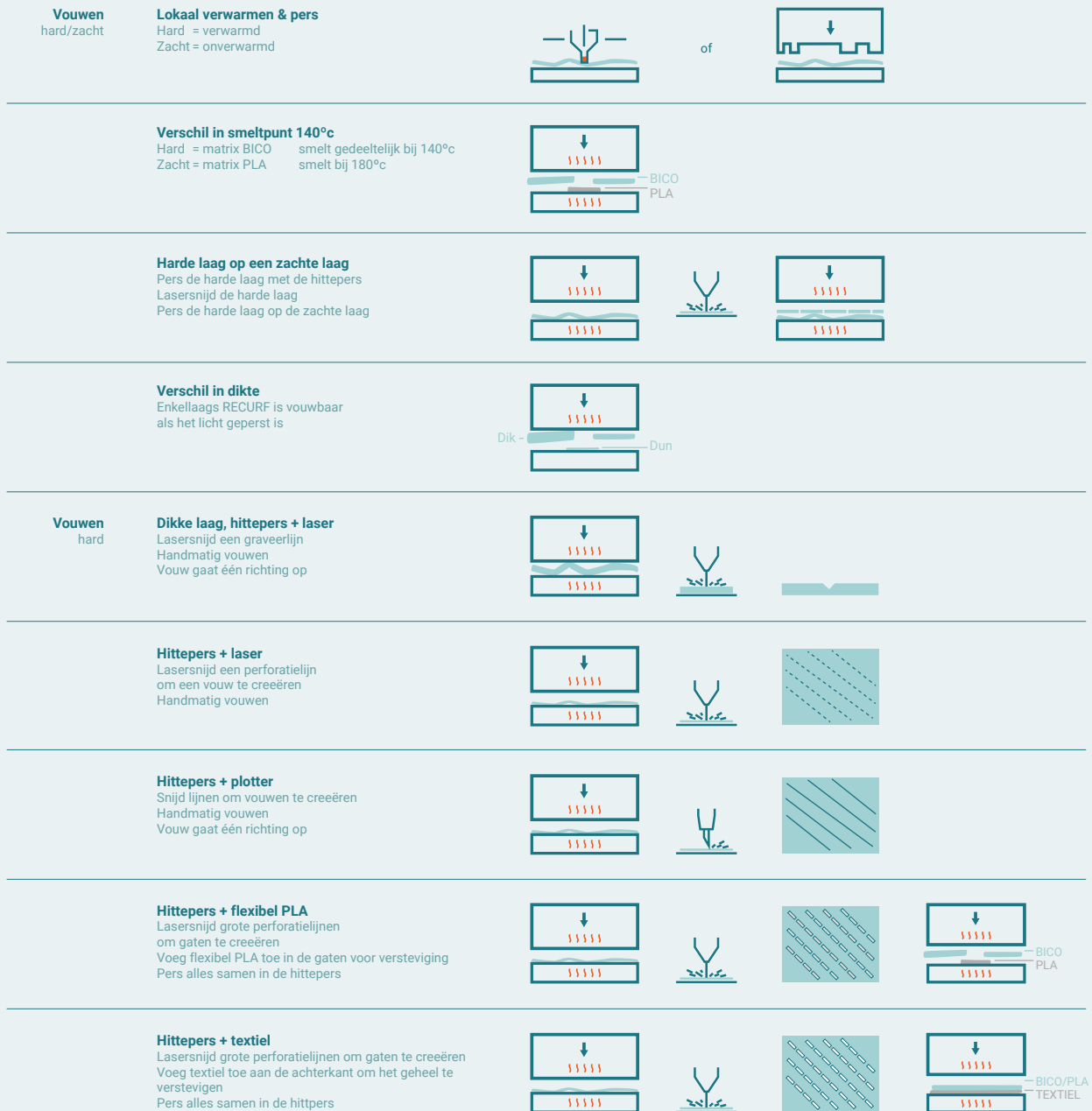
Zie voor een overzicht van de bewerkingstechnieken figuur 3.

De vormdelen kunnen direct in producten worden verwerkt, of ze vormen zelf reeds het product. De vlakke platen kunnen op diverse manieren worden verwerkt tot 3D-producten: met de bekende warmvervormtechnieken, maar bijvoorbeeld ook door vouwlijnen te maken zodat het materiaal vervolgens kan worden gevouwen (zie figuur 4).

Mechanische eigenschappen

Van de zes materiaalmengsels zijn de mechanische eigenschappen getest. De mechanische eigenschappen zijn sterk afhankelijk van de gebruikte textiele vezels en van verwerkingsparameters als druk en temperatuur. Voor iedere materiaalsamenstelling en verwerkingstechniek zijn de eigenschappen weer anders. Uit nagenoeg alle testen blijkt dat de sterkte van de materiaalmengsels lager is en de stijfheid minimaal gelijk en meestal beter is dan die van de kunststof zonder de textiele vezels. Omdat we reststromen als uitgangspunt gebruiken, is de precieze samenstelling van de materialen altijd anders. We kunnen dus geen absolute waarden verkrijgen, maar wel indicatieve. Deze waarden geven aan welke soort producten er met het materiaal kunnen worden gemaakt, maar kunnen niet gebruikt worden om exact te berekenen hoe de producten maatgegeven moeten worden.

Voor drie mechanische eigenschappen zijn datasheets ontwikkeld die aangeven welke waarden realistisch zijn en zo als ijkpunt kunnen dienen. Dit zijn de eigenschappen sterkte, stijfheid en akoestische demping. Gedetailleerde datasheets en rapportages zullen gepubliceerd worden via www.hva.nl/RECURFUP.



figuur 4: methoden om vouwlijnen te maken in RECURF biocomposiet



Akoestische eigenschaften



Akoestische eigenschappen

Er zijn verschillende lagen RECURF getest in een galmkamer. Het biocomposietmateriaal RECURF is zeer geschikt voor geluidsabsorptie. Afhankelijk van opbouw en combinatie varieert de geluidsabsorptie tussen de 0,5 en 1,0 aw en NRC (zie tabel 2). (aw is de alfawaarde. NRC staat voor noise reduction coefficient; dit zijn maateenheden die aangeven wat de absorberende eigenschappen van een materiaal zijn.). De geluidsabsorptiewaarden zijn bepaald volgens de ISO 11654-norm (aw) en de ASTM C423-norm (NRC). De gemeten waarden zijn vergeleken met die van een reeds bekend isolatiemateriaal, Métisse. Ook zijn er combinaties van RECURF en Métisse gemeten.

Lagen, samenstellingen & opbouw

Het biocomposietmateriaal RECURF heeft onverwerkt een dikte van 5 mm. Deze non-woven matten hebben een zacht en wollig uiterlijk. Zodra het door warm persen of walsen wordt verwerkt, krijgt het een hard en glad uiterlijk. Beide varianten kunnen worden gebruikt voor diverse interieurtoepassingen, waarbij er nog kan worden gespeeld met diverse lagen en hardheden totdat dikte, stijfheid en uiterlijk naar wens zijn. Afhankelijk van de samenstelling kan ook de gewenste geluidsabsorptie worden verkregen. Gedetailleerde datasheets en rapportages zullen gepubliceerd worden via www.hva.nl/RECURFUP.

Het hoogwaardige isolatieproduct Métisse bestaat voor 90% uit vervezeld katoen, afkomstig uit oude kleding die wordt verkregen door inzameling en niet meer te gebruiken is als kleding. De dikte bedraagt 40mm, de dichtheid 55 kg/m³.

opbouw materiaal	dikte materiaal	aw	NRC	abs. klasse
Métisse + 2-laags hard	42 mm	1,00	0,95	A
4-laags zacht + 2-laags hard	22 mm	1,00	0,90	A
4-laags zacht	20 mm	0,80	0,90	B
Origami + 2-laags zacht	12 mm (112 mm*)	0,80	0,90	B
2-laags zacht + 2-laags hard + 2-laags zacht	22 mm	0,80	0,85	B
Métisse	40 mm	0,70	0,90	C
2-laags zacht + 2-laags hard	12 mm	0,70	0,75	C
1-laag zacht + 2-laags hard + 1-laag zacht	12 mm	0,60	0,70	C
1-laag zacht + 2-laags hard	7 mm	0,50	0,60	D
2-laags zacht	10 mm	0,50	0,55	D
Origami	2 mm (100 mm*)	0,40	0,55	D
2-laags hard	2 mm	0,10	0,10	geen classificatie

*3D-origami structuur met een totale dikte van 100mm

tabel 2: resultaten akoestische testen. de best presterende materiaalcombinaties (in aw, NRC en absorptieklasse) staan bovenaan, de slechtst presterende onderaan.

Brandveiligheid

Het biocomposietmateriaal kan brandveilig worden gemaakt, maar er is niet aangetoond dat het de hoogste brandklasse B haalt volgens de bouwnorm EN1350101. Brandveilig maken gebeurt door na de vorming en consolidatie van het product er een coating op aan te brengen. Er zijn tests uitgevoerd op diverse combinaties van materiaal en brandvertragers conform de EN ISO 11925-2, een deelonderzoek uit de EN13501-1. De tests bevatten de parameters die nodig zijn om klasse B te halen. Deze tests geven aan of het realistisch is te verwachten dat klasse B kan worden gehaald (Buschmann, 2019). Het is waarschijnlijk dat de geteste samplematerialen door toepassing van vlamvertragers voor textiel brandveilig kunnen worden gemaakt. De geteste vlamvertragers zijn verkrijgbaar op de markt en kunnen na het walsen of persen op het product worden gespoten.

Belevingswaarde

De esthetische, tactiele en emotionele eigenschappen zijn belangrijke waarden voor de ervaring en waardering van biobased producten, en daarom medeverantwoordelijk voor commercieel succes. (Karana, E., 2012; Van der Wal, M., 2015; Karana, E. et al., 2015). De belevingswaarde kan de oorsprong van het materiaal en kwaliteit van de producten benadrukken. Het is hiervoor van belang dat een beschrijving van het materiaal dus niet alleen gericht moet zijn op de functie die het kan vervullen, maar ook op welk effect het op mensen kan hebben.

In samenwerking met het Materials Experience Lab van de TU Delft is de belevingswaarde onderzocht van al dan niet digitaal bewerkte circulair biocomposiet. In deze zogenaamde 'tinkering' experimenten (Karana, E. et al., 2015) werd er gezocht naar de mogelijkheid om harde kunststofeigenschappen te combineren met zachte textieleigenschappen en om de materialen te vervormen of te manipuleren en aan te passen door op een creatieve en afwisselende manier digitale productietechnieken te gebruiken. De materialen zijn vergeleken met andere gangbare (vezelversterkte) materialen en er zijn materiaal- en productvisies ontwikkeld. Daaruit volgden productvoorstellen die aansluiten bij de door gebruikers positief gewaardeerde eigenschappen.

De digitale voor- en nabewerkingstechnieken zoals lasersnijden lijken zeer goed in staat te zijn om 2,5D- en 3D-structuren en patronen te creëren met een hoge belevingswaarde. Er is onderzoek gedaan naar het effect van bewerking met digitale productietechnieken op de belevingswaarde .



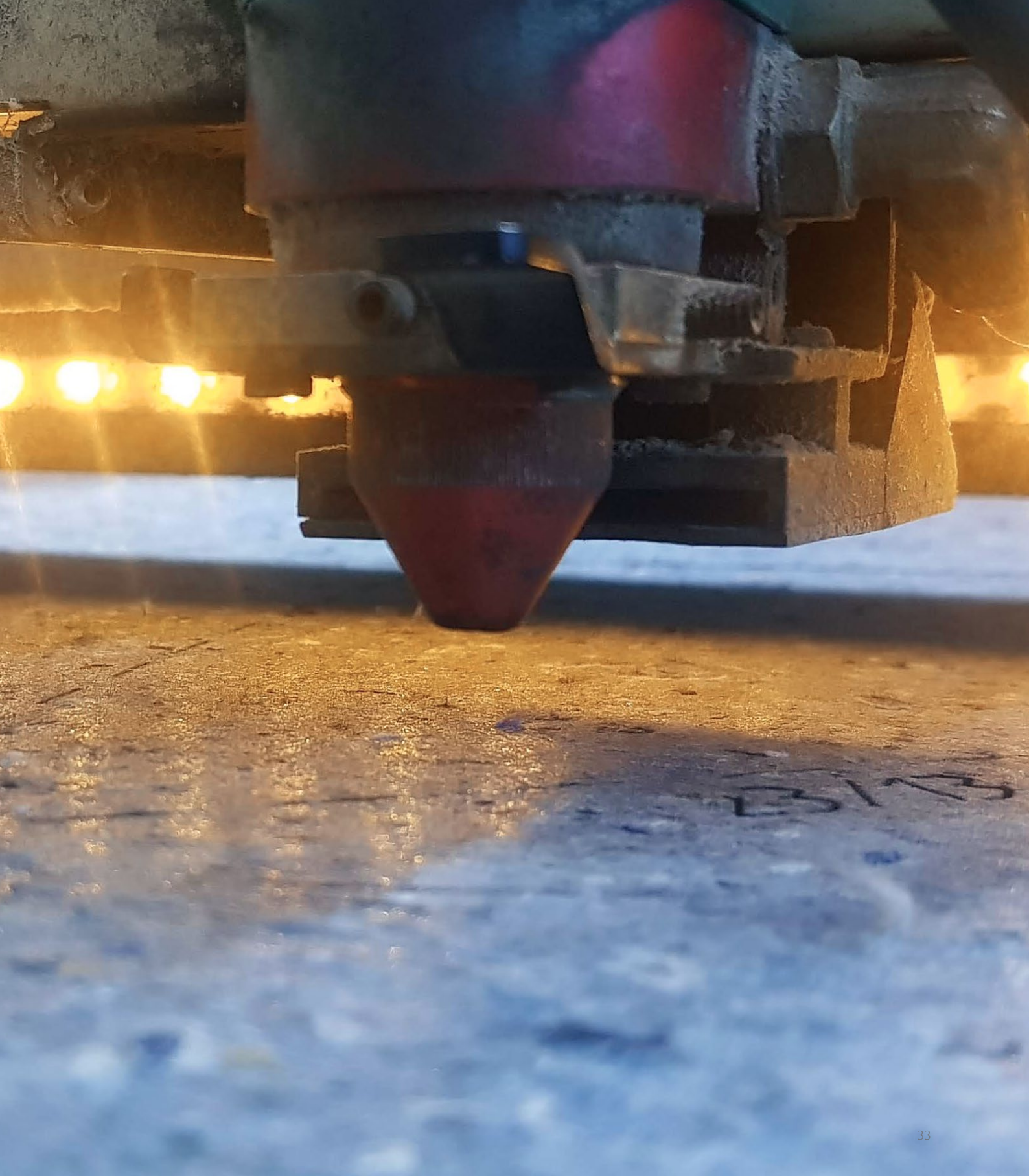
Reflectie



RECURF-UP! heeft laten zien dat met textiele reststromen en biobased plastics materialen en producten kunnen worden gemaakt die zowel zeer goede en bruikbare mechanische en fysische eigenschappen hebben, als ook efficiënt en grootschalig kunnen worden geproduceerd. Zo kunnen er met opschaalbare en continue productieprocessen producten worden gemaakt die sterk en stijf zijn en goede brandwerende en akoestische eigenschappen hebben. De materialen hebben een unieke belevingswaarde. Het kan echter moeilijk zijn om de mechanische en fysische eigenschappen vast te leggen, omdat de basismaterialen een brede variatie in kwaliteit kunnen laten zien. Dit geldt vooral voor de textiele reststromen uit de kledingindustrie. Aan de andere kant is dit ook een pluspunt: de variatie in vezeleigenschappen zorgt immers telkens weer voor een unieke belevingswaarde.











Digitale

productie

3

Digitale (na)bewerkings- en ontwerptechnieken kunnen een onderscheidende rol spelen bij het realiseren van producten met zowel goede mechanische en fysieke eigenschappen als unieke belevingswaarden.

Ook specifiek op het gebied van circulaire economie bieden digitale productietechnieken kansen. Zo ontstaat er bij 3D-printen geen restmateriaal tijdens het proces en is de materiaalkeuze flexibel. Hetzelfde geldt voor 2D-snijprocessen, waarmee praktisch elk materiaal kan worden bewerkt. Deze technieken zijn daardoor bij uitstek geschikt voor experimenten met zelfontwikkelde grondstoffen en materialen.

Daarnaast zijn digitale technieken vanwege de lage opstartkosten (er zijn immers geen mallen nodig) economisch aantrekkelijk voor de productie van geringe aantallen. Aangezien er geen matrijzen aan te pas komen en er behalve de programmering ook geen andere werkvoorbereiding nodig is, kan een ontwerp in weinig tijd worden geproduceerd. Hierdoor blijft de kostprijs ook stabiel naargelang de productieaantallen toenemen.

Flexibel en efficiënt

Onder de noemer 'digitale productietechnieken' vallen computergestuurde apparaten die op basis van code een serie bewerkingen kunnen uitvoeren. Een aantal gebruikelijke technieken zijn 3D-printen, lasersnijden en CNC-frezen. Doorgaans bestaan zulke apparaten uit een gemotoriseerd verplaatsingsmechanisme waarmee gereedschap in twee of drie ruimtelijke dimensies wordt voortbewogen. Met behulp van CAD-CAM (Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing) software, wordt er een serie bewerkingen opgesteld. Deze wordt vervolgens verwerkt tot een digitaal bestand met commando's en parameters waarmee de bewegingen en bewerkingen worden beschreven. Hierdoor zijn de apparaten gemakkelijk te herprogrammeren, zodat er vele variaties in bewerkingen mogelijk zijn. Dit maakt het mogelijk om binnen een serieproductie van een ontwerp de dimensies, eigenschappen en vorm naar de wens van de klant aan te passen.

Deze flexibiliteit in productie staat in schril contrast met de traditionele productietechnieken die meer gericht zijn op het efficiënt produceren van hoge productieaantallen zonder enige variatie. Er kan dus worden gesteld dat digitale productietechnieken het mogelijk maken afstand te nemen tot de uniformiteit van massaproductie en dat er met deze technieken gevarieerde en op maat gemaakte producten kunnen worden geleverd.

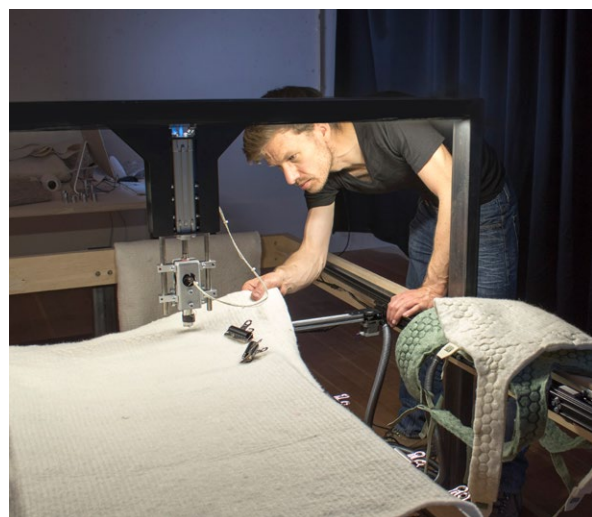




foto referenties Studio Bas Froom

Verskillende digitale technieken

Digitale technieken worden doorgaans gecategoriseerd in drie groepen: additieve, subtractieve en vervormende processen.

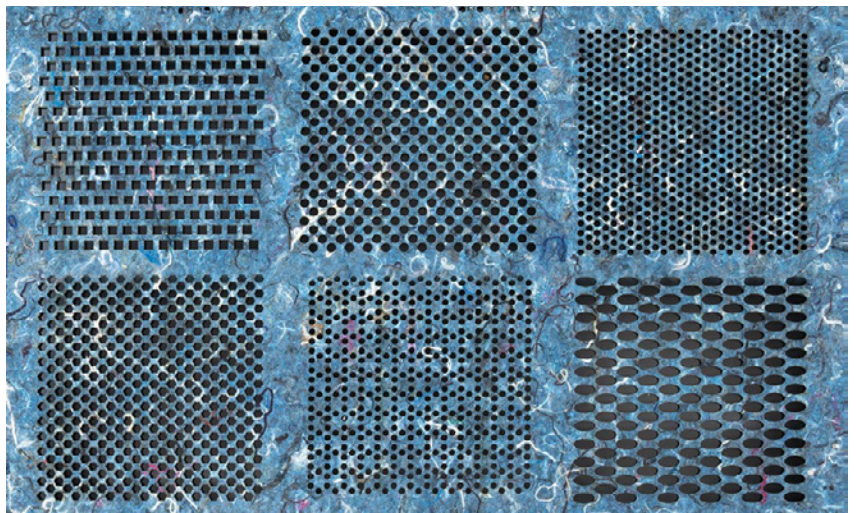
Bij **additieve processen**, ook wel 3D-printen genoemd, wordt een object opgebouwd uit vele lagen materiaal die bijvoorbeeld door een spuitstuk worden aangebracht. Een groot voordeel van additieve processen is dat er geen restmaterialen ontstaan tijdens een print. Daarnaast is 3D-printen een proces dat weinig restricties oplegt aan de ontwerper en dus complexe geometrische vormen kan produceren zonder extra druk op de productiekosten te leggen.

Onder **subtractieve processen** worden technieken gerekend die vanuit een blok of plaatmateriaal een onderdeel produceren door materiaal selectief te verwijderen. Hierbij komt doorgaans wel restmateriaal vrij en afhankelijk van het materiaal kan dit worden opgevangen ter hergebruik. Voorbeelden van subtractieve processen zijn CNC-frezen, lasersnijden en snijplotten.

Bij een **vervormingsproces** wordt doorgaans geen materiaal toegevoegd of afgenomen, maar wordt enkel de materiaalsamenstelling of geometrie veranderd. Persen en machinale verbuigingen zijn voorbeelden hiervan.

Als laatste moet ook **industriële automatisering** of robotisering worden genoemd. Sinds de jaren 70 heeft de grootschalige industriële sector in rap tempo robotarmen in gebruik genomen. Met name in de auto-industrie werden zes-assige robotarmen ingezet ter vervanging van menselijke arbeid aan de montagelij. Robotarmen kunnen met hoge precisie en herhaalbaarheid objecten transporteren en monteren.

Sinds een aantal jaar zien wij dat robotarmen ook een vlucht nemen bij mkb-bedrijven. Dit komt met name door de beschikbaarheid van sensoren, en door verdere ontwikkeling van de programmeersoftware van de robots. Hierdoor zijn robots toegankelijker geworden en makkelijker opnieuw te programmeren. Er zijn steeds meer bedrijven en instituten die deze robotarmen gebruiken voor toepassingen als pick & place, frezen, 3D-printen en andere geautomatiseerde productieprocessen.

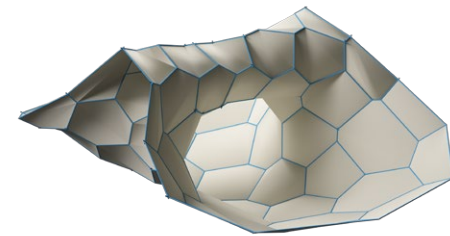


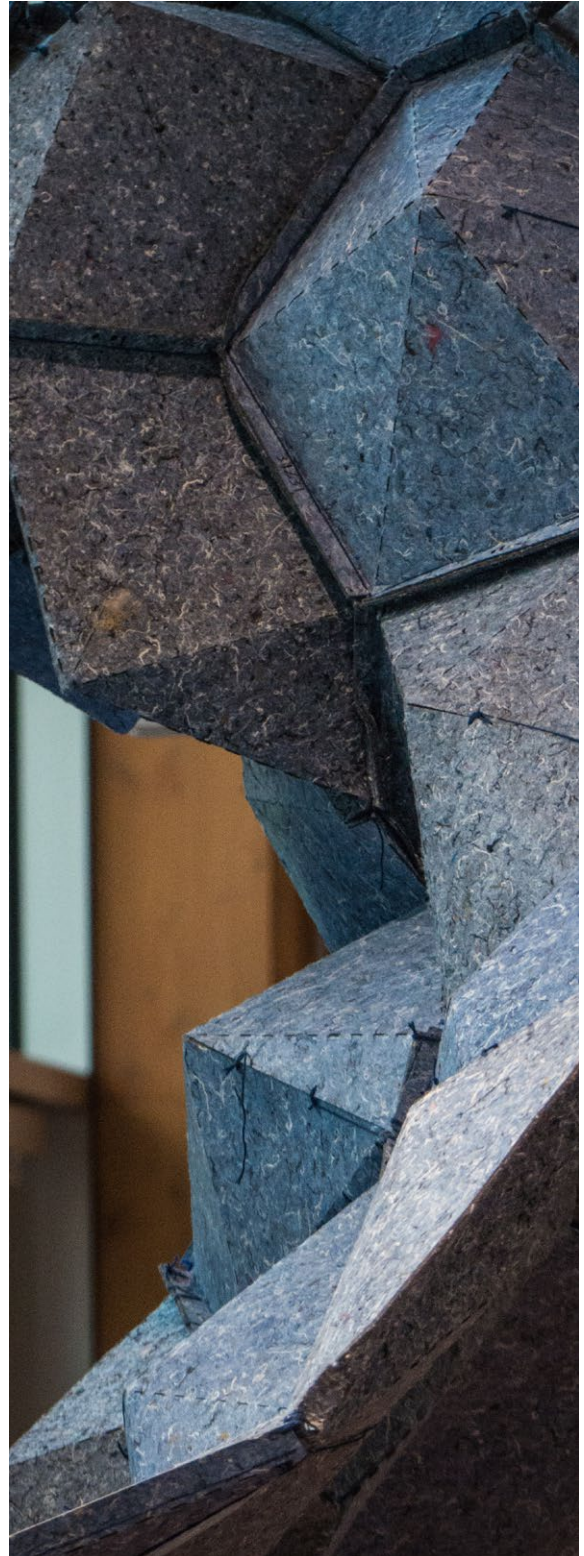
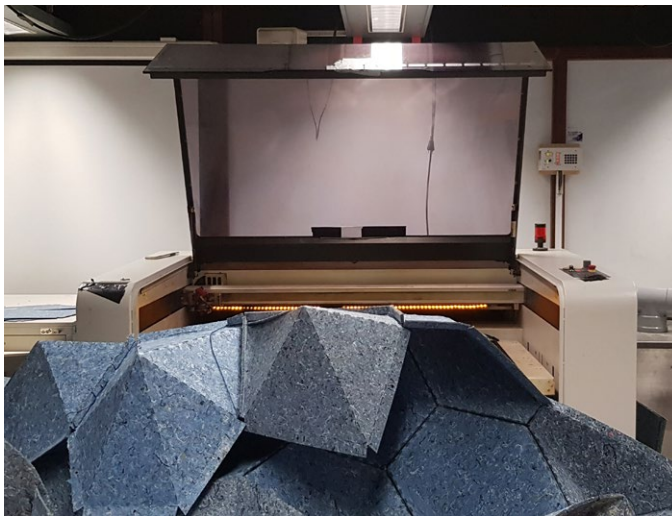
Parametrisch ontwerpen

Als testcasus zijn er voor het RECURF-UP!-project geluidsabsorberende systeempanelen ontworpen die zijn vervaardigd door parametrisch ontwerpen en digitale productietechnieken. Bij parametrisch ontwerpen worden digitale ontwerpstechnieken gebruikt om complexe vormen te genereren. Deze vormgeneratie zou bijvoorbeeld gebaseerd kunnen worden op data en geluidssimulaties.

In dit geval is er een algoritme gemaakt dat een oppervlak opdeelt in meerdere unieke cellen. De grootte en de puntigheid van elke cel worden bepaald door de kromming van het oppervlak. Bij een sterke kromming neemt de grootte van de cel af, waardoor de dichtheid van cellen hoger wordt. Op deze manier wordt het detail van het oppervlak behouden terwijl er tegelijkertijd een resultaat met zo min mogelijk cellen tot stand komt.

De productietekeningen en snijpatronen worden automatisch gegenereerd en kunnen met een snijplotter of een lasersnijder worden verwerkt. De cellen worden door middel van een draadverbinding onderling aan elkaar bevestigd.





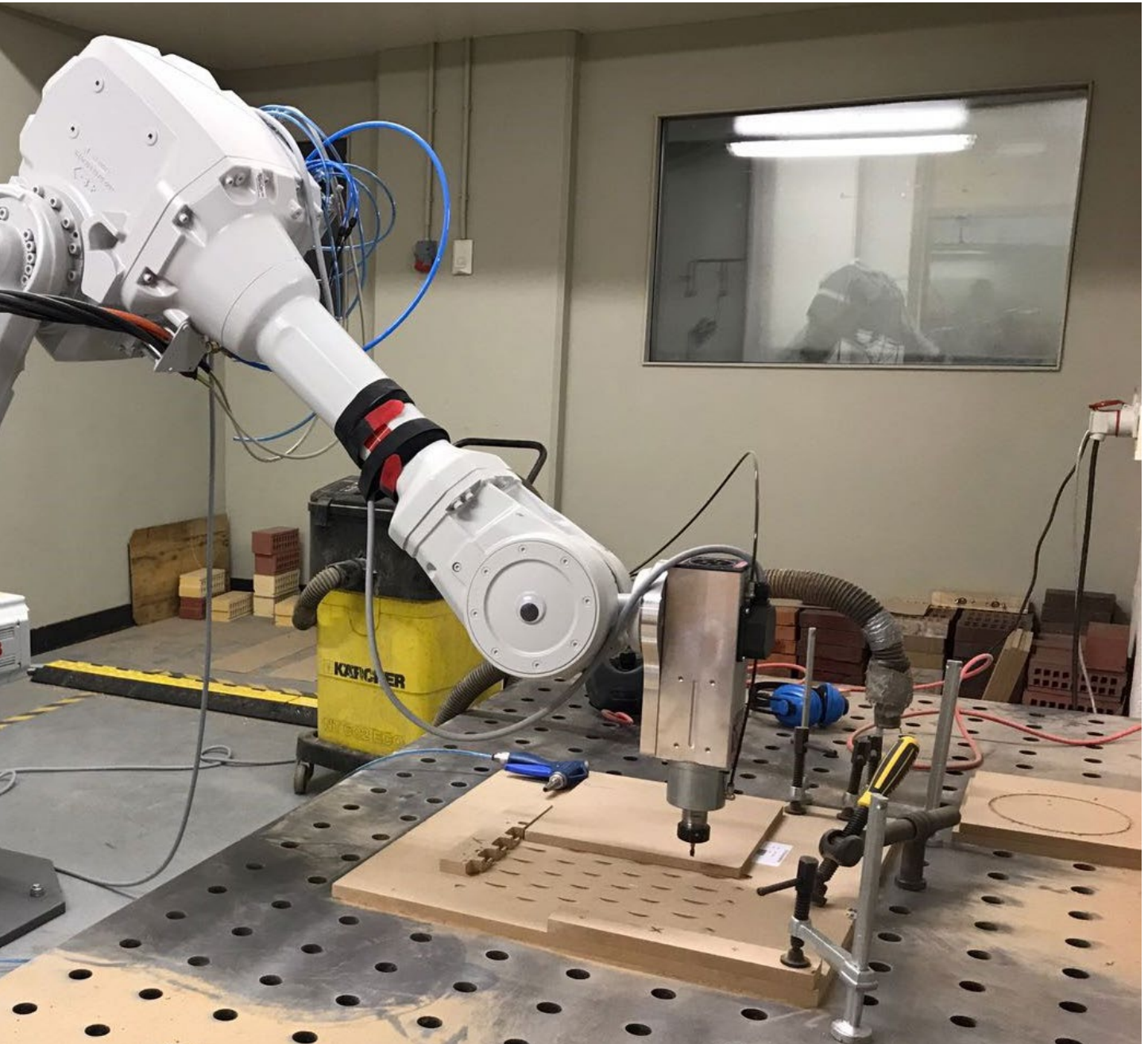
Reflectie

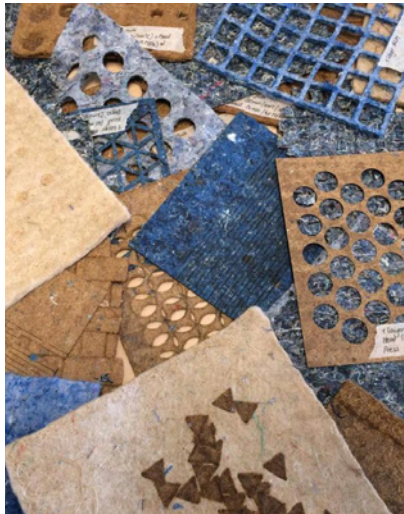
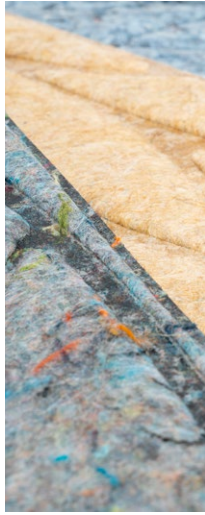
Digitale technieken hebben zich bewezen als processen die veel potentie bieden voor de RECURF-materialen. Vanwege de flexibiliteit en laagdrempeligheid hebben de meeste onderzoekers en studenten binnen het RECURF-project deze technieken wel ergens toegepast in hun werk. Met name 3D-printen en lasersnijden zijn veelgebruikte technieken. Daarnaast liggen er op het gebied van robotisering en vervormende processen kansen die in een later stadium nog onderzocht dienen te worden. Zo zou er een interessante combinatie te vinden kunnen zijn tussen de manueel aangedreven lokale pers, de 'Direct Press' van Alex Brink (zie pag. 58-59) en een industriële robotarm.

Er ligt nog een grote uitdaging op het gebied van verbindingen, zo bewees ook het akoestische object gemaakt voor het CIRCL-paviljoen. De vele unieke cellen zijn gemonteerd met een naald-en-draadverbinding. Idealiter zou de montage worden geautoriseerd door een tweetal robotarmen en een industriële naaimachine.

Aangezien het object wordt gegenereerd op basis van een aantal parameters, zouden dergelijke objecten in de toekomst makkelijk op maat kunnen worden gemaakt door de klant zelf. Er zijn verschillende eenvoudige online ontwerpomgevingen beschikbaar waar de klant zelf een product kan samenstellen.











4

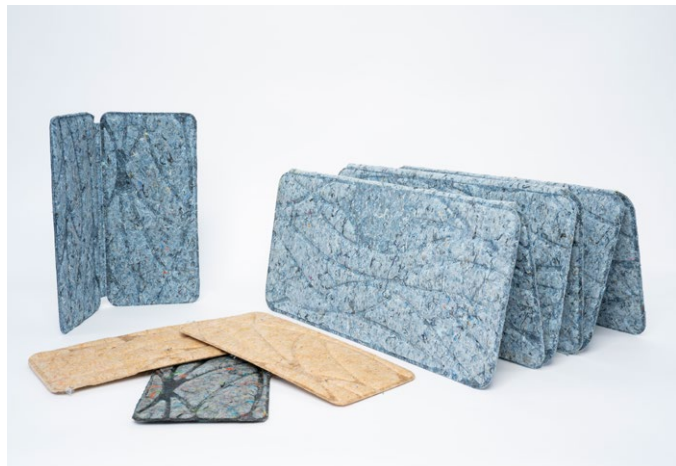
Toepassing; Ontwerp & waardecreatie

Gedurende RECURF-UP! en BiOrigami hebben studenten van verschillende opleidingen en verschillende jaren hun bijdrage geleverd aan het project. Soms als verkennende stage, maar meestal als afstudeerproject.

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de afstudeerprojecten getoond waarbij altijd de biocompositie RECURF het uitgangspunt was, vaak aan de hand van een case waarbij een externe opdrachtgever betrokken was. Om die reden hebben de studenten uiteenlopende producten ontworpen, maar in alle producten komen de specifieke eigenschappen van het materiaal RECURF tot hun recht. Het materiaal is nog betrekkelijk nieuw, daarom hebben alle studenten een uitgebreid materiaalonderzoek gedaan. Uiteraard was dit op basis van de experimenten die al eerder waren gedaan. Vervolgens heeft ieder van hen een geheel eigen insteek gevonden om een oplossing te vinden voor het gestelde probleem, wat geresulteerd heeft in een werkend prototype. De cases laten zien dat het materiaal RECURF in uiteenlopende producten volwaardig kan worden toegepast, waarbij de unieke eigenschappen optimaal tot hun recht kunnen komen en op deze manier een bijdrage leveren aan een meer circulaire economie.

Akoestisch Bureaupaneel

Als afstudeerproject heeft Dennis de Vries, student bij de opleiding Product Design, in opdracht van RECURF-UP! voor het bedrijf Ahrend een akoestische en visuele afscherming voor op de kantoorwerkplek ontworpen. Ahrend is een toonaangevende internationale projectinrichter die in de totale bedrijfsvoering zoveel mogelijk circulair werkt en uitsluitend levert aan zakelijke eindgebruikers over de hele wereld. De opdracht was om een circulair en modulier geluiddempend systeem te ontwerpen met de biocomposiet van denim en PLA voor de zakelijke markt, dat door geluiddemping de privacy en concentratie op de hedendaagse kantoorwerkplek bevordert.





ontwerper
Dennis de Vries

partner
Ahrend



Door de nieuwe manier van werken zijn grote en open (flex) werkplekken steeds meer in opkomst. Naast de voordelen die deze manier van werken biedt, levert ze ook veel nadelen op, zoals concentratieproblemen door visuele en akoestische overlast en het gevoel te weinig controle te hebben over de werkplek.

Tijdens voorgaand uitgebreid materiaalonderzoek is er gezocht naar de perfecte productie- en machineparameters en materiaaleigenschappen voor ideale geluiddemping en de gewenste functionele en esthetische eigenschappen voor een bureauscherm.

De beste oplossing bleek een modulair en draagbaar bureauscherm te zijn dat zowel visuele als akoestische afscherming biedt op de grote en open kantoorwerkplek. Meerdere exemplaren van dit product zouden op een bepaalde plek in de werkomgeving kunnen worden gestationeerd. Kantoormedewerkers kunnen er een pakken en gebruiken indien zij daar behoefte aan hebben.

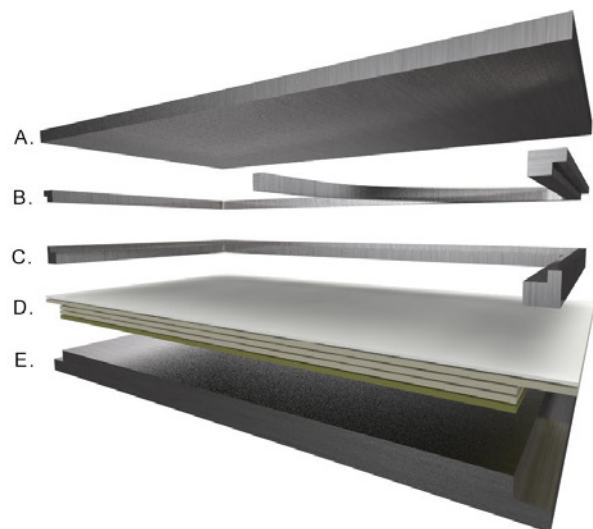
Bijzonder aan de oplossing is dat er in het zachte vernaalde materiaal (wol-PLA non-woven) met behulp van warm persen verharde lijnen worden aangebracht die het paneel stevigheid geven. Er worden daarnaast geen andere materialen toegepast in het product.

Modulair Wandpaneel

Voor zijn afstudeerproject heeft Raoul Sprokel in opdracht van RECURF-UP! gewerkt aan een case van Contour Interiors. De opdracht was een modulair wandpaneel te ontwerpen dat kan worden toegepast in het interieur van superjachten. Contour Interiors richt zich op het ontwerpen van interieurs van luxejachten en hotels. Hoewel er in deze markt veel wordt gewerkt met kostbare en exotische materialen, begint er nu ook een vraag te ontstaan naar duurzamere oplossingen. Contour Interiors is op zoek naar nieuwe circulaire mogelijkheden en ziet kansen voor nieuwe toepassingen van de biocomposiet RECURF in panelen waarmee de binnenwanden van een superjacht worden afgewerkt. Naast het decoratieve aspect is de akoestische kwaliteit van een dergelijk product een belangrijk punt.



Exploded view mould



Section view mould



ontwerper
Raoul Sprokel

partner
Contour Interiors



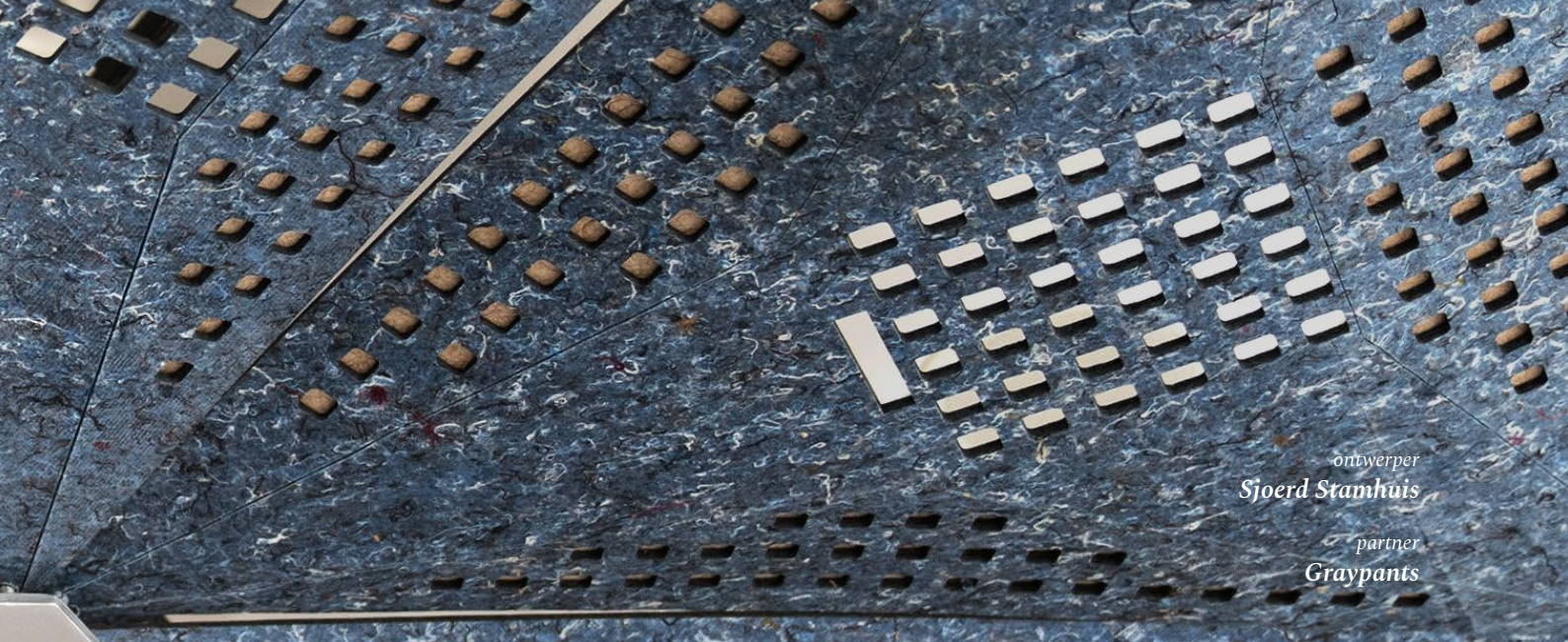
Na een eerste analyse werd al snel duidelijk dat het materiaal RECURF niet de luxe uitstraling heeft die aansluit bij het interieur van een superjacht. Daarom is er besloten een toplaag op de biocomposiet aan te brengen. Er is gekozen voor textiel om optimaal gebruik te kunnen maken van de akoestische eigenschappen van RECURF. Een uitgebreid materiaalonderzoek volgde, waarbij verschillende materialen, vormen en structuren onder de loep werden genomen.

Uit diverse proeven bleek dat er bij plaatselijke verhitting een reliëf ontstond van harde en zachte delen, en dat de verschillende lagen op deze manier aan elkaar kunnen worden bevestigd. Het eindproduct is een modulair wandpaneel van 60 x 60 cm waarin een reliëf naar keuze kan worden aangebracht. De panelen worden naast elkaar aan de muur bevestigd: op deze manier oogt de wand als een geheel. De toplaag is van 100% ecologisch katoen, met kleur en weving naar keuze. Het akoestische wandpaneel heeft een luxe uitstraling en is zeer geschikt voor bijvoorbeeld een slaapvertrek op het superjacht.

Herontwerp PROP-panel

In opdracht van RECURF-UP! heeft Sjoerd Stamhuis gewerkt aan een case van Graypants. De opdracht was het herontwerpen van de 'PROP-panel' met een biocomposiet. Graypants is een industrieelontwerpbureau dat de PROP-panel heeft ontworpen en inzicht wil krijgen in de mogelijkheden voor een circulair alternatief op basis van de biocomposiet RECURF. De PROP-panel is een open sculpturaal modulair plafondsysteem dat de vorm heeft van een driepuntige ster, waarin ledverlichting en akoestische panelen kunnen worden geplaatst.





ontwerper
Sjoerd Stamhuis

partner
Graypants

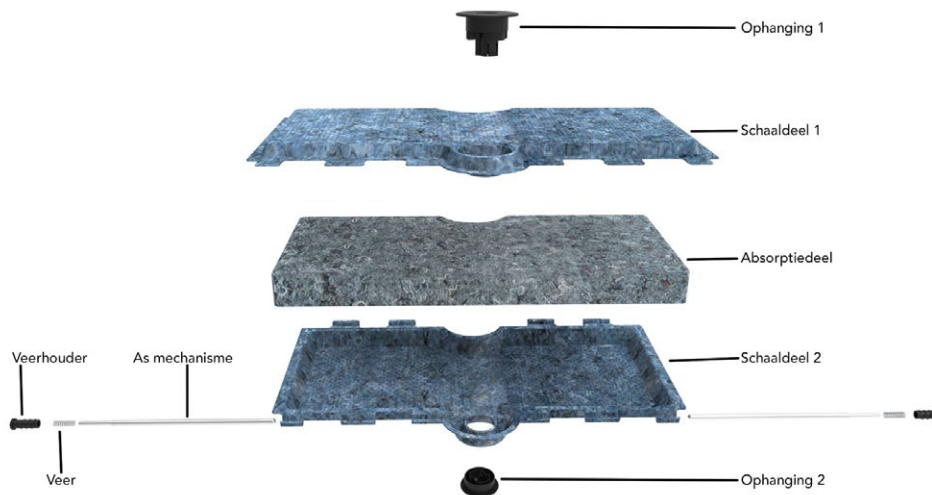


De opdracht was een circulair alternatief voor de PROP-panel te ontwerpen dat kan worden toegepast in algemene ruimtes zoals een kantine of een ontvangsthal. In het te ontwerpen plafondsysteem moeten ook verlichting, luchtverversing en akoestiek kunnen worden geïntegreerd. Daarnaast moet het product kunnen worden gebruikt als los lichtelement.

Het slim door Sjoerd ontworpen paneel geeft de mogelijkheid om in verschillende configuraties te worden toegepast. De panelen kunnen op verschillende hoogte worden opgehangen. Door panelen weg te laten kunnen er patronen worden gemaakt van de open delen. Het systeem kan volledig op de wens van de klant worden afgestemd. Daarnaast is het mogelijk om verlichting toe te voegen. Als er geen verlichting nodig is, kan de PROP-paneel zonder verlichting worden geïnstalleerd.

Akoestisch Interieurproduct

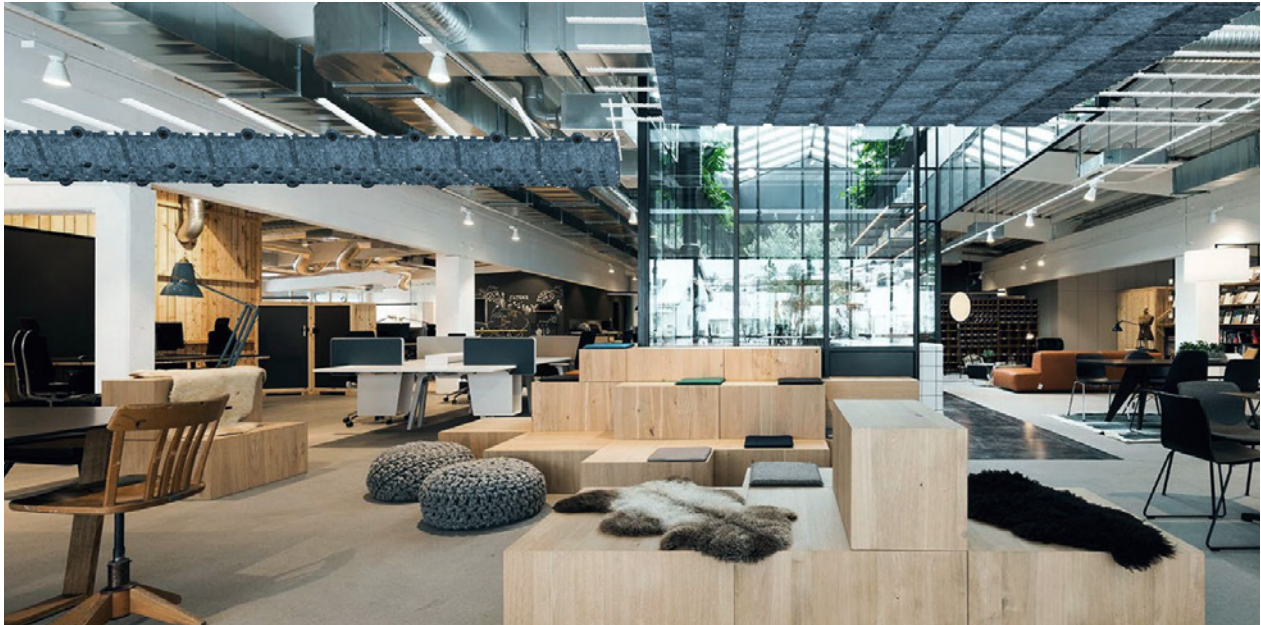
Bas van Osch heeft in opdracht van RECURF-UP! gewerkt aan een case van VRK Isolatie en Akoestiek. De opdracht was een gebouwgebonden geluiddempend interieurproduct te ontwerpen dat bestemd is voor de zakelijke markt en kan worden toegepast in een kantooromgeving waar akoestische overlast bestaat.





ontwerper
Bas van Osch

partner
VRK Isolatie & Akoestiek



Voor het te ontwerpen product was het uitgangspunt een combinatie van de biocomposiet RECURF en het door VRK ontwikkelde materiaal Métisse. Beide materialen zijn gemaakt op basis van gerecycled denim. Daarom is er uitgebreid onderzoek gedaan naar de verschillende mogelijkheden van de materiaalcombinatie.

Uit het geluidsonderzoek is gebleken dat de denim-PLA-composiet een positieve invloed heeft op de absorptiewaarde van Métisse.

De beste resultaten worden behaald wanneer het materiaal RECURF geperforeerd aan beide zijden van de Métisse wordt geplaatst. Dit heeft geresulteerd in een geluiddempend product dat flexibel kan worden toegepast, afhankelijk van de gewenste situatie.

Het product kan zowel evenwijdig aan het plafond als verticaal in de ruimte worden opgehangen. Zo zorgt het product niet alleen voor geluidsabsorptie, maar kan het ook dienen als afscherming voor meer privacy.



Material Driven Design

De material driven design-methode (MDD) (Karana, E. et al., 2015) helpt bij het onderzoeken en goed toepassen van belevingswaarden van materialen. Er worden achtereenvolgens vier stappen doorlopen:

1. Onderzoeken en begrijpen van het materiaal, karakterisering en vaststelling van technische (mechanische en productietechnische) en ervaringsaspecten;
2. Opstellen van een materiaalervaringsvisie;
3. Vaststellen en demonstreren van materiaalervaringspatronen. In deze fase wordt de visie getoetst aan de hand van onder andere gebruiks- en consumentenonderzoek;
4. Ontwerpen van materiaal- en productconcepten (voor de casestudies).

De MDD-methode gaat uit van een (nieuw) materiaal en levert uiteindelijk een product(idee) op of aanbevelingen voor verbetering van het materiaal. Deze methode lijkt goed toepasbaar voor RECURF-UP! omdat ze helpt de abstracte belevingswaarde te duiden en te gebruiken voor een nieuwe materiaalcombinatie met een nieuwe uitstraling zoals de circulaire biocomposiet RECURF. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met de onderzoeksgroep Material Experience Lab van de TU Delft. Ook via het master-keuzevak 'Materials for Design' van de TU Delft zijn de materialen op belevingswaarde onderzocht.

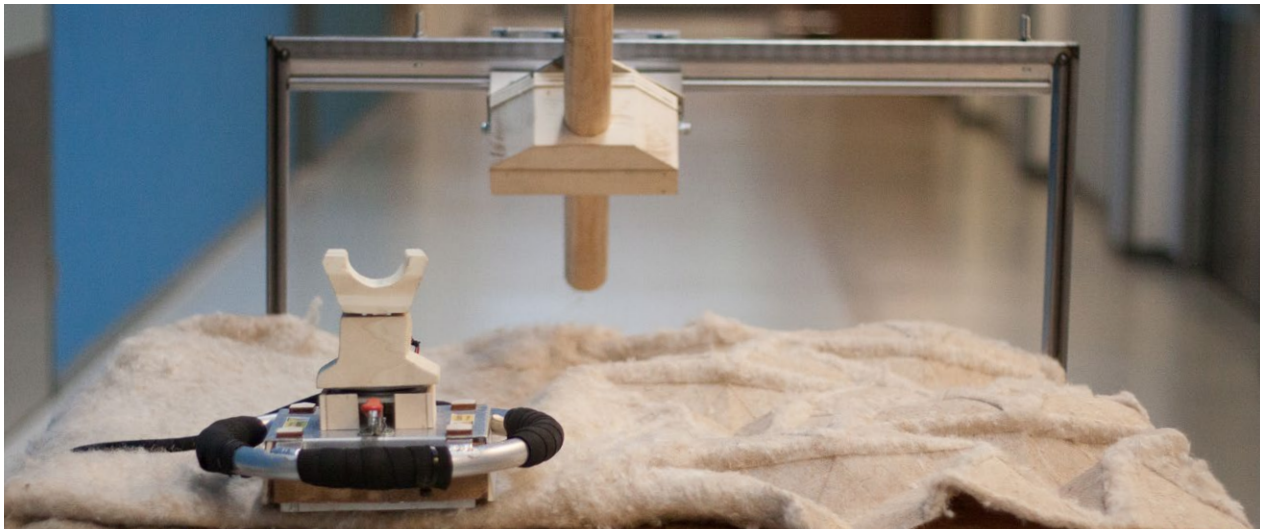
Demonstratieproject Direct Press

Alex Brink heeft er als student Industrieel Ontwerpen van de TU Delft voor gekozen om voor zijn afstuderen een 'demonstratiemachine' te ontwerpen waarmee de mogelijkheden van de biocomposit RECURF kunnen worden verkend. Volgens de theorie van Ashby (Ashby et al., 2010) duurt het ongeveer twintig jaar voordat een nieuw ontwikkeld materiaal commercieel succesvol wordt. Alex Brink heeft aan de hand van de material driven design-methode de 'Direct Press' ontwikkeld met als doel deze periode te verkorten. De Direct Press toont het productieproces van RECURF, waardoor de mogelijkheden en kwaliteiten van het materiaal zichtbaar worden. Door ontwerpers en ingenieurs in de gelegenheid te stellen te experimenteren met de machine en het materiaal, wil Alex Brink hen inspireren om met het materiaal te werken en om nieuwe ideeën op te doen.

Met behulp van een flexibel verwarmingselement kunnen er in het vernaalde zachte materiaal patronen worden geperst. Het verwarmingselement kan op een groot stuk RECURF op elke gewenste plaats worden gepositioneerd. Daarna wordt er met een hefboom flinke druk op het verwarmingselement gezet om het patroon in het zachte materiaal te persen. Door deze handeling verschillende malen uit te voeren kan er naar eigen inzicht een patroon worden aangebracht in het materiaal. Zo ontstaat er een combinatie van hard en zacht, die bovendien een decoratief en constructief effect heeft.



ontwerper
Alex Brink



Tijdens de Dutch Designweek in Eindhoven maakte de Direct Press deel uit van een presentatie van het lectoraat Urban Technology, waarbij de resultaten van het onderzoeksproject RECURF 2015-2018 werden tentoongesteld. De Direct Press werd door Alex zelf gedemonstreerd en trok grote belangstelling van het publiek.

De reacties waren bijzonder positief, zowel op de machine als op de biocomposiet RECURF. In die zin was de demonstratie van de Direct Press geslaagd: veel mensen hebben kennis kunnen maken met RECURF.

Het is echter lastig hieraan een conclusie te verbinden, omdat het niet duidelijk is wie van de bezoekers ontwerper of ingenieur waren. Wel was duidelijk dat de Direct Press een grote toegevoegde waarde had voor de presentatie van RECURF tijdens de Dutch Design Week 2018. In de toekomst kan de Direct Press worden ingezet bij de opleiding van studenten of tijdens workshops met professionals: zij kunnen dan experimenteren met de machine en het materiaal RECURF. Door de mogelijkheden van het productieproces én het materiaal te laten zien, kan de implementatietijd van de biocomposiet RECURF wellicht worden verkort.



BiOrigami

In het project BiOrigami is onderzocht of de biocomposiet RECURF met behulp van origamitechnieken en digitale productietechnieken, zowel functioneel als esthetisch hoogwaardig kan worden toegepast in de circulaire bouw. In het project is samengewerkt met Studio Samira Boon en NEXT architects.

Studio Samira Boon is een architectuurstudio die gespecialiseerd is in flexibele en dynamische interieurs met textiele (origami)structuren. NEXT architects heeft de opdracht gekregen een circulair paviljoen te bouwen in Amsterdam Noord. Omdat NEXT voor de bouw voornamelijk lokaal gerecyclede materialen gebruikt, sluit BiOrigami met het ontwikkelen van interieurtoepassingen vervaardigd uit de biocomposiet RECURF, naadloos aan op deze circulaire doelstelling. Studio Samira Boon heeft kennis en expertise ingebracht op het gebied van origamistructuren. NEXT architects heeft een concrete case aangeleverd, een circulair paviljoen.

Origamistructuren zijn bekend om hun flexibiliteit; opgevouwen kunnen ze heel compact zijn, terwijl ze uitgevouwen grote vormen kunnen aannemen. Met patronen van flexibele vouwlijnen en harde vlakken kunnen origamistructuren belangrijke eigenschappen toevoegen aan een vlak materiaal, zoals draagkracht, flexibiliteit en akoestische demping. Digitale productietechnieken maken het mogelijk complexe vormen te realiseren, wat nieuwe

toepassingsmogelijkheden biedt.

Twee studenten van de opleiding Product Design zijn afgestudeerd binnen het project BiOrigami. In de eerste fase van het project hebben zij gezamenlijk vanuit verschillende origamistructuren onderzoek gedaan naar de unieke eigenschappen van het materiaal RECURF dat zowel hard als zacht kan zijn. Zij hebben veel geëxperimenteerd met verschillende variabelen zoals dikte, stijfheid en textuur, al dan niet in combinatie met de lasersnijder. Tijdens de verkenning van het materiaal en de verschillende vouwtechnieken hebben de studenten al in een vroeg stadium diverse samples gemaakt om te onderzoeken welke vouwpatronen zich goed lenen voor het materiaal. Omdat het vouwen cruciaal is, is er ook uitgebreid gekeken naar verschillende manieren waarop vouwlijnen konden worden aangebracht. Dit resulteerde in verschillende kansrijke opties. Op basis van deze resultaten hebben de studenten individueel verder gewerkt aan een afstudeerproject waarbij er een interieurtoepassing moest worden ontworpen voor het circulaire paviljoen.



Dennis van Rijsbergen koos na het gezamenlijke onderzoek met Floor Beckeringh een andere weg. Hij verdiepte zich verder in de mogelijkheden van vouwlijnen die ontstaan door een onderbroken lijn te snijden met de lasersnijder. We kennen origamistructuren voornamelijk met rechte en geometrische patronen. Met de nieuwe digitale productietechnieken is het eenvoudig om gekromde lijnen strak te snijden. Nadat de plaat is gevouwen, ontstaat er door deze gekromde lijnen een continue beweging in een vlak, wat een verrassend eenvoudig uitzien resultaat oplevert. Op deze manier krijgt origami een geheel nieuwe uitstraling.





ontwerper
Dennis van Rijsbergen

partners
Studio Samira Boon
NEXT architects

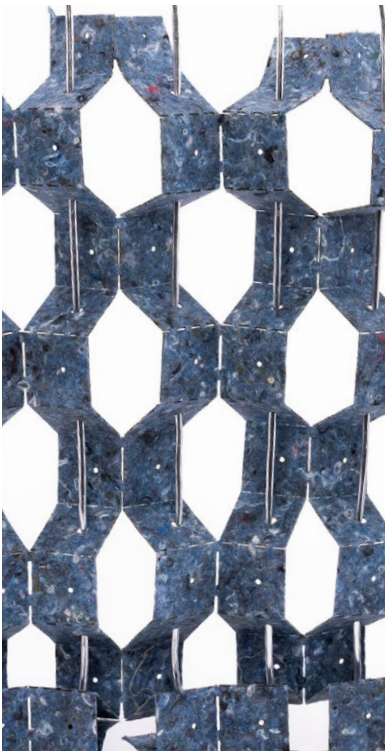


Dennis van Rijsbergen heeft met deze methode een wandpaneel ontworpen, mede omdat het met de wals makkelijk in een grote oplage te produceren is, zodat er in korte tijd vele meters kunnen worden gemaakt. Het patroon is subtiel en is daardoor ook breder toe te passen dan alleen in het circulaire paviljoen.

Het gevouwen plaatmateriaal wordt door een frame van aluminium op zijn plaats gehouden. Het frame maakt het tegelijkertijd mogelijk de panelen aan een wand te bevestigen. Door het golvende oppervlak en de relatief zachte toplaag heeft het paneel ook een akoestische functie. Het paneel is eenvoudig te produceren en zal worden gebruikt in het circulaire paviljoen in Amsterdam-Noord dat in 2020 wordt opgeleverd.

Modulaire Room divider

Na een gezamenlijke verkenning met Dennis van Rijsbergen heeft Floor Beckeringh zich verder verdiept in de manier waarop er machinaal vouwlijnen kunnen worden aangebracht in het plaatmateriaal RECURF. Van een onderbroken lasergesneden streeplijn kan een vouwlijn worden gevormd. Na het lasersnijden wordt de vouwrichting aangebracht. Deze techniek kan alleen worden toegepast in een- of tweelaags materiaal. Om dikker materiaal te kunnen vouwen, wordt er een lasergesneden patroon uit RECURF-plaatmateriaal op (gerecycled) textiel gelamineerd. Dit gebeurt met de warmtepers. Nadeel van deze methode is dat er een extra materiaal wordt toegevoegd.





ontwerper
Floor Beckeringh

partners
Studio Samira Boon
NEXT architects



Om dit te vermijden heeft Floor Beckeringh een scharnier van flexibel PLA ontwikkeld. Eerst wordt er met een 3D-printer een tussenstuk van flexibel PLA geprint. Dit wordt vervolgens bevestigd tussen twee RECURF-platen. Op deze manier ontstaat er tussen de twee starre platen een flexibele vouwlijn van PLA. Met deze wijze van vouwen heeft Floor Beckeringh een concept voor een room divider ontwikkeld dat in verschillende richtingen kan worden aangepast.

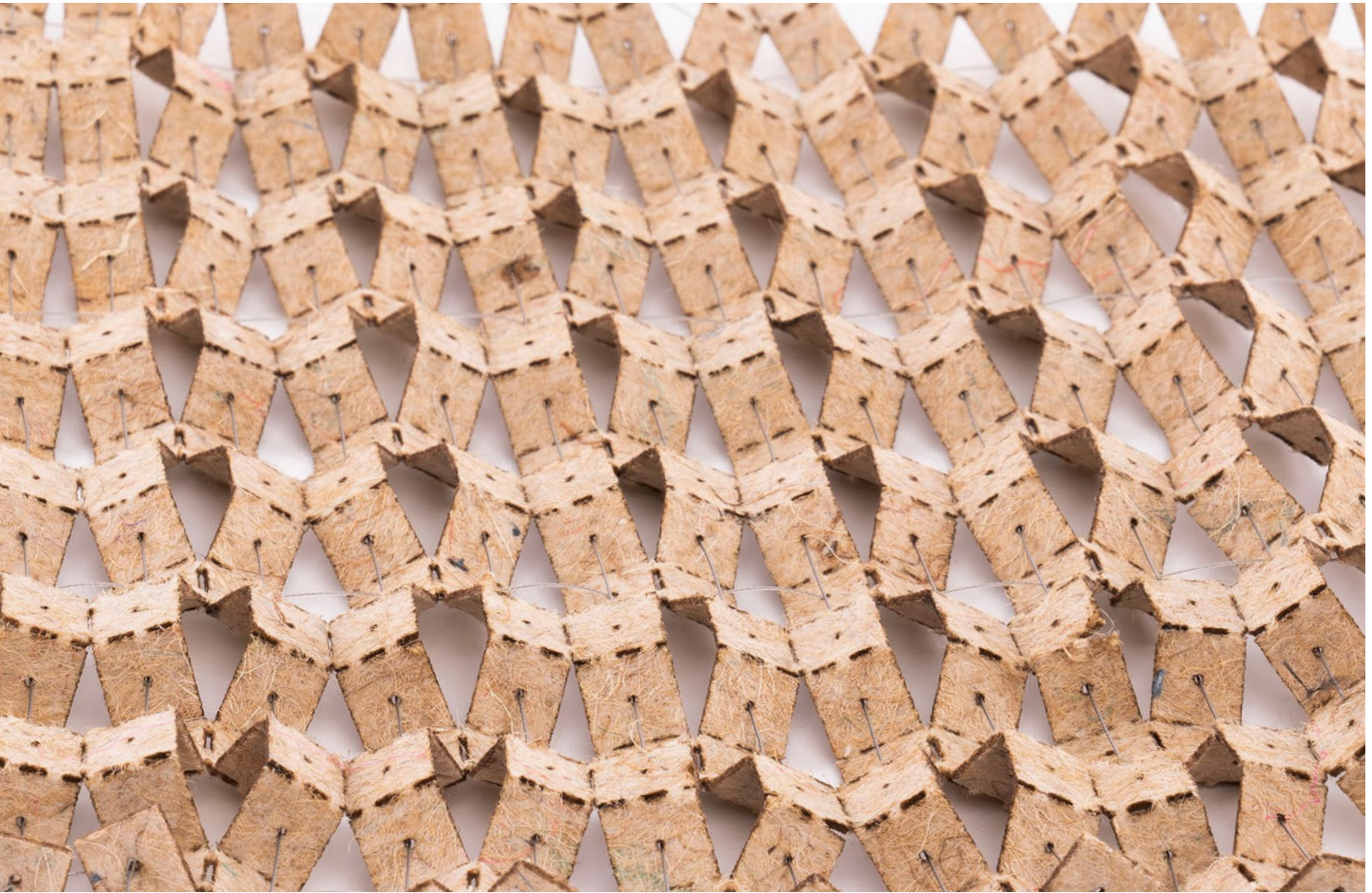
Op die manier kunnen de lichtdoorlaatbaarheid en de mate van privacy worden gereguleerd. Door het onregelmatige oppervlak draagt dit product ook bij aan de verbetering van de akoestiek in de ruimte. De room divider bevindt zich nog in de prototypefase, maar heeft de potentie om verder te worden uitgewerkt tot een kansrijk product op de markt. Dat belooft althans de positieve reacties tijdens de eerste publieke presentatie op MaterialDistrict in maart 2019.

Reflectie



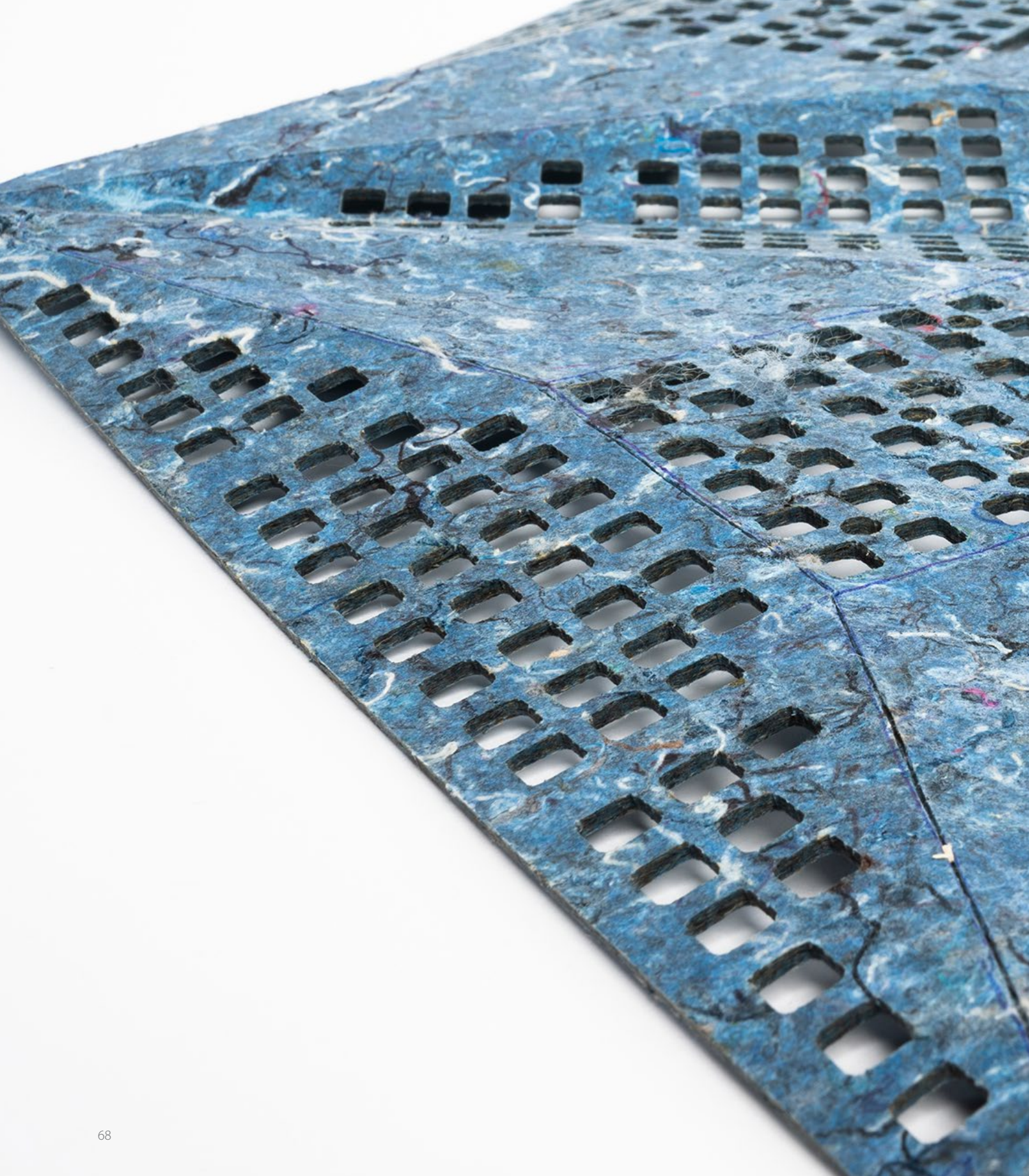
De samenwerking met afstudeerders aan concrete casestudies met een nieuw materiaal is voor alle betrokken partijen succesvol gebleken. In alle casestudies was de biocomposiet RECURF het uitgangspunt. Omdat het om een nieuw (plaat)materiaal ging, begonnen alle studenten hun afstudeerproject met een uitgebreid onderzoek naar het materiaal en de productietechnieken, waarbij ze veel experimenteerden. Binnen de opeenvolgende ontwerpprojecten kon er telkens weer worden voortgebouwd op eerder ontwikkelde kennis en inzichten. Op deze manier konden de onderzoeken naar zowel het materiaal als de productietechnieken zich verder verdiepen. Ook het feit dat het bij de meeste opdrachten ging om het ontwerpen van een interieurproduct, heeft bijgedragen aan deze verdieping. Aspecten als akoestiek, constructie en belevingswaarde speelden in alle casestudies een belangrijke rol.

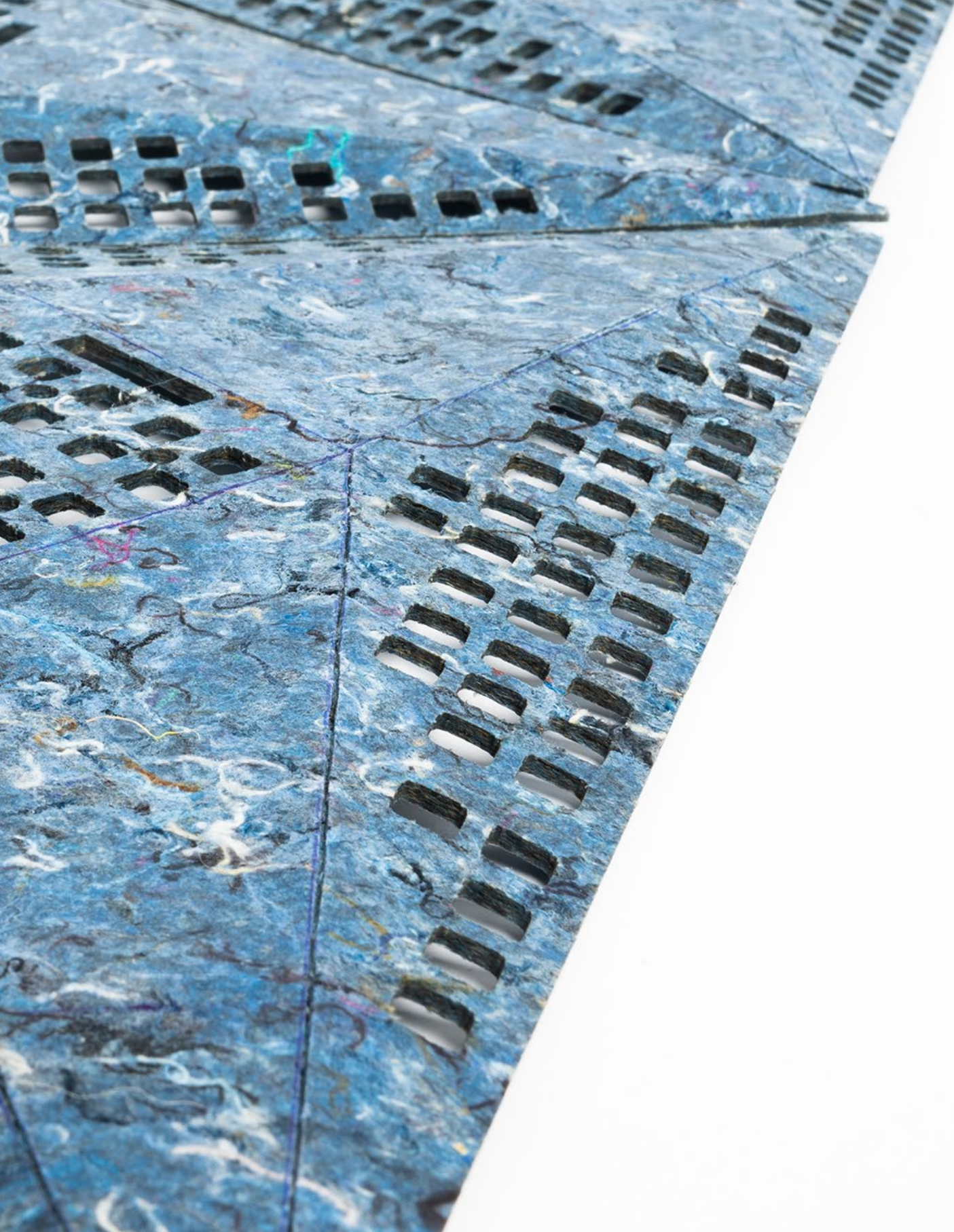
De studenten werkten vanuit het lectoraat aan een vraag uit het werkveld, waarbij meerdere externe bedrijven op zoek waren naar een circulaire oplossing. Dit maakte het voor studenten tot een bijzondere en waardevolle leerervaring. Enerzijds maakten ze kennis met hun toekomstige beroepspraktijk, anderzijds konden ze gebruik maken van de kennis en inzichten van zowel medestudenten als docenten en onderzoekers en maakten ze kennis met het ontwerpen voor een circulaire economie. Dit heeft ertoe geleid dat de besproken casestudies waardevolle kennis hebben opgeleverd en dat er met het materiaal RECURF waarde is gecreëerd in de vorm van kansrijke producten die passen in een circulaire economie. Dat niet alle producten even ver zijn uitgewerkt, had enerzijds te maken met het lange voortraject van uitgebreid experimenterend onderzoek, anderzijds met de complexiteit van het product, bijvoorbeeld als er bewegende onderdelen waren.



Het bleek een goed idee om er in de loop van het project een specialist op het gebied van origami bij te betrekken. De specifieke kennis van het maken van 3D-structuren uit een vlakke plaat heeft het project een extra impuls gegeven, waardoor er zich weer nieuwe mogelijkheden met het materiaal openbaarden.

Bij de casestudies was, naast een externe opdrachtgever, het lectoraat de formele opdrachtgever. Omdat de student ook door een docent van de eigen opleiding werd begeleid, kon het voor de individuele student soms lastig zijn keuzes te maken in het proces. Ook kon bij de eindpresentatie weleens blijken dat de verwachtingen van de verschillende betrokkenen uiteenliepen. Het is daarom raadzaam bij aanvang van een dergelijk project de verschillende rollen en verwachtingen zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen.

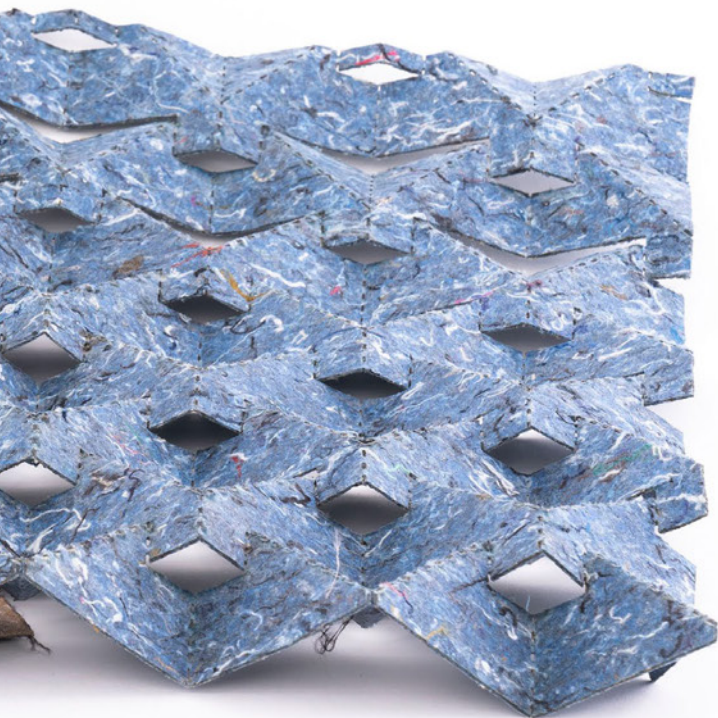






5

Ketensamenwerking & businessmodellen



Om impact te genereren en het probleem met textielafval op te lossen is er meer nodig dan alleen technologie. Bedrijven dienen ook in hun businessmodellen te innoveren (Lüdeke-Freund et al., 2018). Een businessmodel is een abstracte weergave van hoe een bedrijf waarde creëert en behoudt. Het model biedt de organisatie de middelen en kernbedrijfsprocessen die nodig zijn om een product te maken en te leveren aan de doelgroep (Geissdoerfer et al., 2018). Voor de biocomposiet RECURF zijn we op zoek naar businessmodellen die aan drie criteria voldoen.

Circulair: Circulaire businessmodellen moeten voordelen opleveren voor zowel het milieu als de eindgebruikers (Boons & Lüdeke-Freund, 2013). Door Bocken, De Pauw, Bakker, & Van der Grinten (2016) stellen drie manieren voor om een circulair businessmodel te realiseren: een product meerdere malen hergebruiken, een product recycleren en efficiëntie creëren in de waardeketen. We hebben ons voor RECURF gericht op circulaire businessmodellen voor recycleren. Een belangrijke component hiervan is de realisatie van retourstromen.

Collaboratief: Diverse actoren moeten samenwerken om circulaire businessmodellen te creëren (Bocken et al., 2016). Daarom hebben we in dit project ook gekeken naar open collaboratieve businessmodellen (Kraaijenbrink et al., 2019).

Schaalbaar: Veel projecten met circulaire businessmodellen worden nooit opgeschaald. Om die reden hebben we de verschillende criteria (Stampfl et al., 2013) en mogelijkheden voor schaalvergroting bestudeerd (Van Winden & Van den Buuse, 2017).

Businessmodel schema

Om de ontwikkelde businessmodellen in kaart te brengen, maakten we gebruik van de collaborative strategy sketch (Kraaijenbrink et al., 2019). Dit schema bestaat uit tien onderdelen (zie figuur 5).

Centraal staat het product (**waardepropositie**).

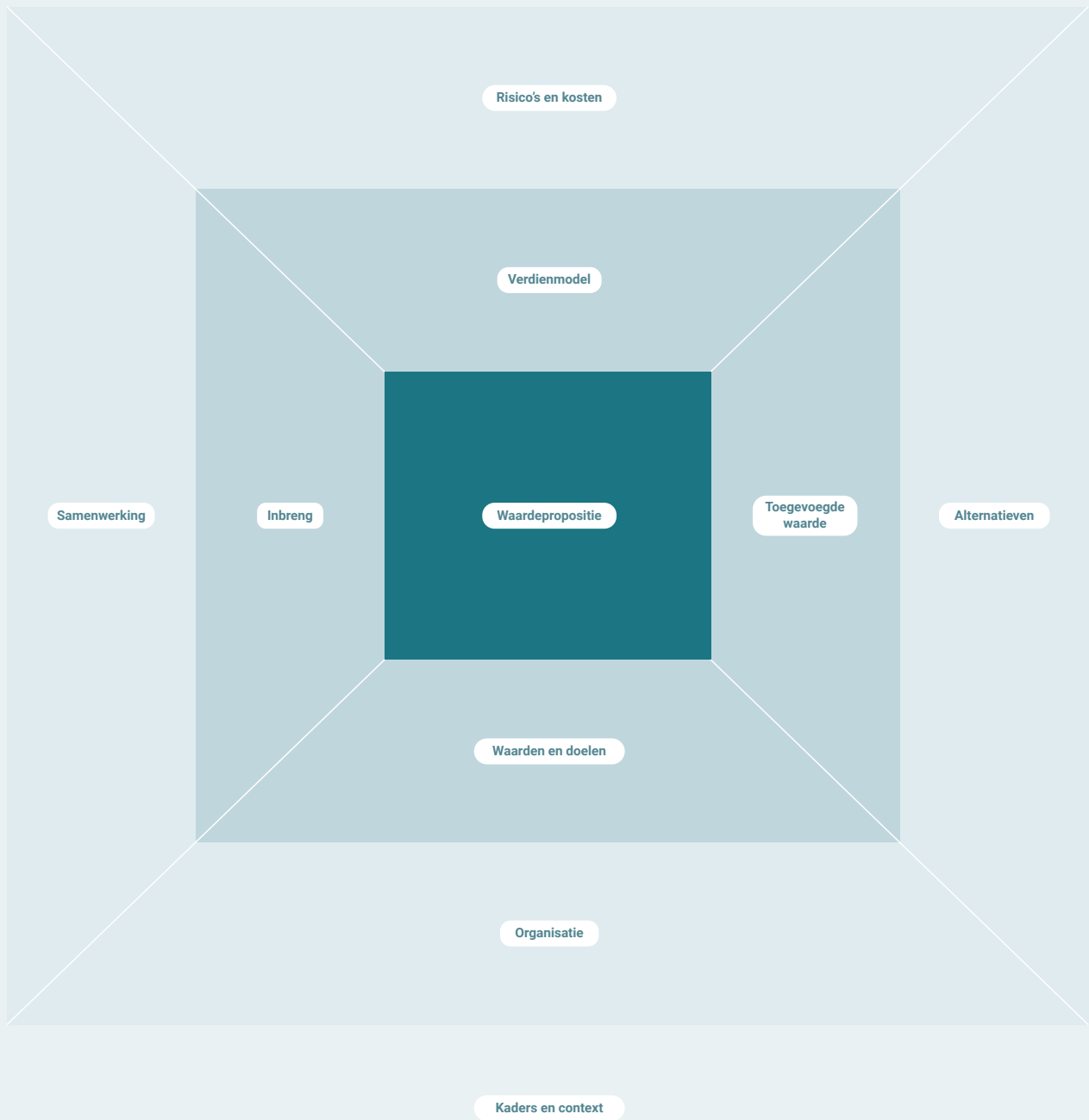
De rechterkant van het schema geeft aan welke vormen van waarde het product levert aan de klant (**toegevoegde waarde**) en op welke andere wijze de problemen van de klanten nu worden opgelost (**alternatieven**).

Het linkergedeelte van het schema geeft aan wat het bedrijf bijdraagt (**inbreng**) en welke partners nodig zijn om het product te kunnen ontwikkelen, maken en verkopen (**samenwerking**).

De bovenkant maakt duidelijk hoe het businessmodel wordt bekostigd (**verdienmodel**) en welke risico's en kosten de bedrijfsvoering heeft (**risico's en kosten**).

De onderkant geeft aan welke principes belangrijk zijn voor het bedrijf (**waarden en doelen**), hoe het project moet worden georganiseerd (**organisatie**) en de context waarin de bedrijfsvoering plaatsvindt (**context en kaders**).

Op basis van de bevindingen en met inachtneming van de vereisten voor een circulair, collaboratief en schaalbaar businessmodel, is allereerst een businessmodel ontwikkeld voor de gehele keten. Daarnaast is voor drie cases een circulair businessmodel uitgewerkt op basis van interviews en workshops met de betreffende projectpartners.



figuur 5: businessmodel schema

Het businessmodel voor het hele waardesysteem

De voorgestelde waardepropositie is de 'verwerking van textielafval tot halffabricaten en verschillende eindproducten met functionele, ecologische, esthetische en symbolische waarde.' In dit geval is de waardepropositie een proces om textielafval te recyclen met als resultaat zowel halffabricaten als eindproducten, die verschillende waarden bieden voor zowel het milieu als de eindgebruikers en andere belanghebbenden.

Om het textielafval te verwerken tot eindproducten en deze producten op de markt te brengen, is het volgende nodig:

- toegang tot afval,
- kennis over materialen, ontwerp- en productietechnieken,
- netwerken,
- distributie- en verkoopkanalen,
- financiering.

Vooraf financiering is belangrijk omdat het proces om het afval terug te winnen en dit om te zetten in gewenste eindproducten veel stappen omvat en relatief duur is in vergelijking met een traditionele productieproces.

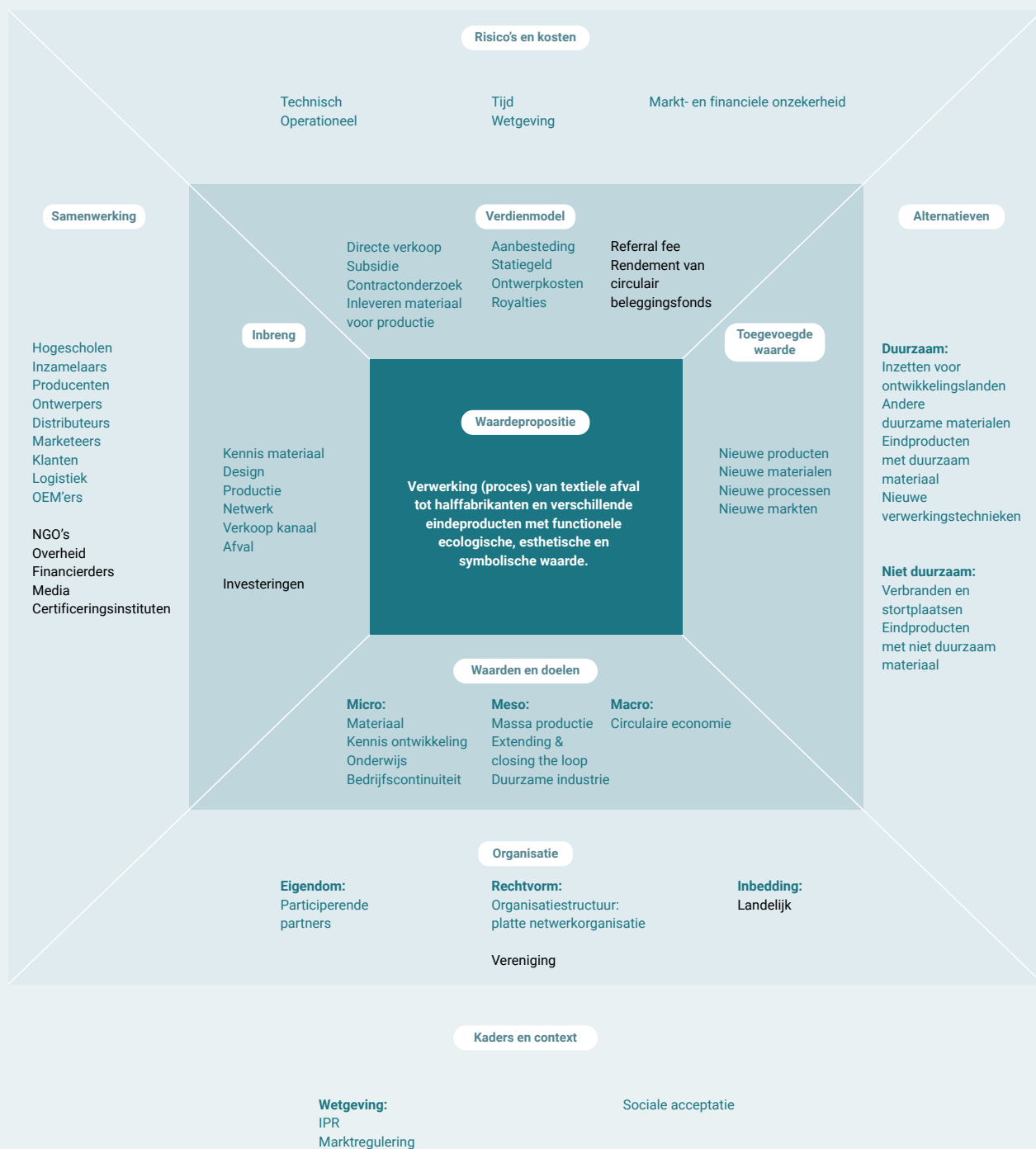
Om het businessmodel te implementeren moeten verschillende belanghebbenden samenwerken, zoals;

- ngo's en andere vertegenwoordigers van het milieu,
- voor de legitimiteit,
- de overheid in verband met subsidies en deposito's (statiegeld),
- financiers vanwege de hoge investeringskosten,
- media om de circulaire boodschap over te brengen,
- certificatie-instellingen, om na te denken over de consequenties van het gebruik van afval op te nemen voor de richtlijnen en normen.

De belangrijkste verdienmodellen (dat wil zeggen: hoe een partner inkomsten genereert) zijn directe verkoop van materiële goederen (bijvoorbeeld geproduceerde producten) en immateriële diensten (bijvoorbeeld verkoop van ontwerp- en onderzoekscapaciteit via contractonderzoek aan private en publieke organisaties). Deze verdienmodellen zijn vrij traditioneel. Er zijn ook meer progressieve verdienmodellen mogelijk. Zo worden er in de ontwerpindustrie ook vaak royaltyvergoedingen gevraagd (dat wil zeggen: een percentage van de bruto- of netto-inkomsten, afkomstig van het gebruik van geleverde diensten). Omdat het gebruik van het netwerk belangrijke input is, kan het werken met vergoedingen handig zijn wanneer er een nieuwe partner toetreedt en deze een tastbare bijdrage levert. Financiers kunnen profiteren door bijvoorbeeld een investeringsfonds op te zetten voor een circulair project, waardoor ze rendement op hun investeringen kunnen verdienen. Ook moet de klant voordelen kunnen ontvangen door zijn eigen textielafval als grondstof in te brengen voor de vervaardiging van een product voor zijn gebruik.

De belangrijkste risico's houden verband met consumentenbewustzijn en financiële onzekerheden als gevolg van de hoge kosten binnen de gehele waardeketen. Contextfactoren waarmee rekening moet worden gehouden zijn de maatschappelijke acceptatie van uit gerecycled textiel gemaakte producten en overheidsregulering.

Figuur 6; het voorgestelde circulaire, collaboratieve en schaalbare businessmodel voor de waarde keten. In blauwe letters zijn de gegevens weergegeven die zijn verkregen uit de interviews en workshops en in zwart de voorgestelde extra factoren om een circulair, collaboratief en schaalbaar businessmodel te realiseren.



figuur 6: het voorgestelde businessmodel

Een businessmodel voor het akoestisch bureaupaneel voor Ahrend

Voor Ahrend is een oplossing ontwikkeld voor het probleem met geluidsoverlast en het gebrek aan privacy in open werkruimten. Deze werkruimten worden vaak aangetroffen op coworking-locaties. De oplossing is een lichtgewicht, modulair en recyclebaar scherm dat zowel geluiddempend is als privacy biedt (pag. 48-49). Het hiervoor ontwikkelde businessmodel is weergegeven in figuur 7. De beoogde klanten zijn gebruikers van kantoorgebouwen, zodat het een b2b (business-to-business) businessmodel is.

De voorgestelde waardepropositie is een 'modulair lichtgewicht scherm dat gemaakt is van gerecycled textiel en functioneert als geluidsbarrière en privacy scherm voor de gebruikers in open kantoorruimten'. De toegevoegde waarde die deze oplossing de gebruikers biedt is;

- lichtgewicht (gemakkelijk te gebruiken),
- flexibel (toepasbaar op verschillende werkomgevingen),
- duurzaam (gemaakt van gerecycled materiaal),
- van ecologische en symbolische waarde.

Omdat het gerecyclede materiaal zichtbaar blijft, zorgt de 'perfectie van imperfectie' voor esthetische waarde.

Om tot een oplossing te komen, heeft Ahrend textielafval, kennis over ontwerp, een netwerk van fabrikanten, verkoop- en distributiekanaal en financiering beschikbaar. Dit laatste is belangrijk omdat het verdienmodel directe verkoop is en de organisatie dus een aanzienlijke financiële investering moet doen. Ook kan de organisatie in plaats van het textielafval van haar eigen productie te gebruiken, textielafval van grotere klanten verwerken tot een product voor de betreffende klant. Op deze manier wordt de toegevoegde waarde van de oplossing tastbaarder voor de klant en wordt deze een belangrijke partner.

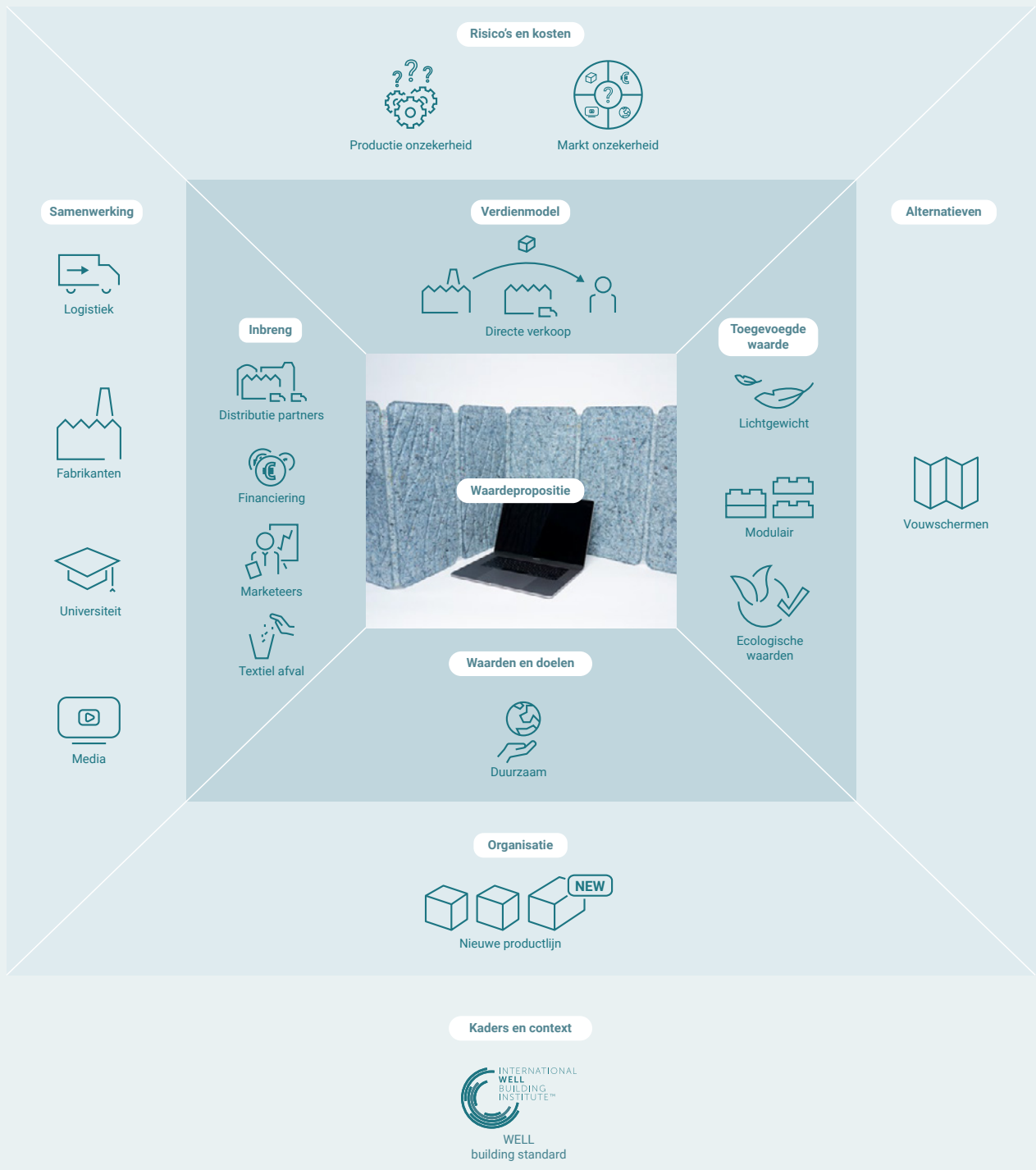
Andere partners die nodig zijn voor de realisatie van dit businessmodel zijn:

- R&D-partners of universiteiten om meer kennis te vergaren over de gerecyclede materialen. (Hoe beïnvloeden omgevingsomstandigheden het materiaal?)
- fabrikanten
- ontwerpers (van wie de merknamen kunnen worden gebruikt)
- marketeers om de nieuwe oplossing te promoten
- logistieke partners voor distributie.

Het is ook belangrijk om samen te werken met milieu-ngo's om legitimiteit te creëren en met media om hun bereik te benutten en extra merkbekendheid te genereren.

Het verdienmodel is directe verkoop. Potentiële risico's zijn een lage acceptatie door de klant en de lage voorspelbaarheid van de instroom van textielafval. De voorgestelde verkoopstrategie is om het textielafval van de klant te gebruiken en deze in het eindproduct te verwerken, waardoor de vraag naar en het aanbod van textielafval beter kunnen worden voorspeld en afgestemd.

Bij de uitvoering van het businessmodel is het belangrijk om duurzaamheid als principe in de hele waardeketen te handhaven en de oplossing te lanceren als een nieuwe productlijn binnen het huidige productaanbod.



figuur 7: het voorgestelde circulaire, collaboratieve en schaalbare businessmodel voor Ahrend

Een businessmodel voor het Graypants plafondsysteem

Het centrale probleem dat bij Graypants speelt, is dat bedrijven graag prachtige plafonds in hun gebouwen hebben die klanten aanspreken. Dit zijn vaak bedrijven die hun eigen faciliteiten bezitten. De oplossing is een open en modulair plafondsysteem waarin LED, akoestische panelen en andere functies kunnen worden gemonteerd (pag. 52-53).

Om de introductie van het product te vergemakkelijken, stellen we het businessmodel in figuur 8 voor. De beoogde klanten zijn b2b-vastgoedeigenaren in de Nederlandse markt (bijvoorbeeld hotels, restaurants, conferentie- en tentoonstellingscentra), wat betekent dat ook dit businessmodel b2b is.

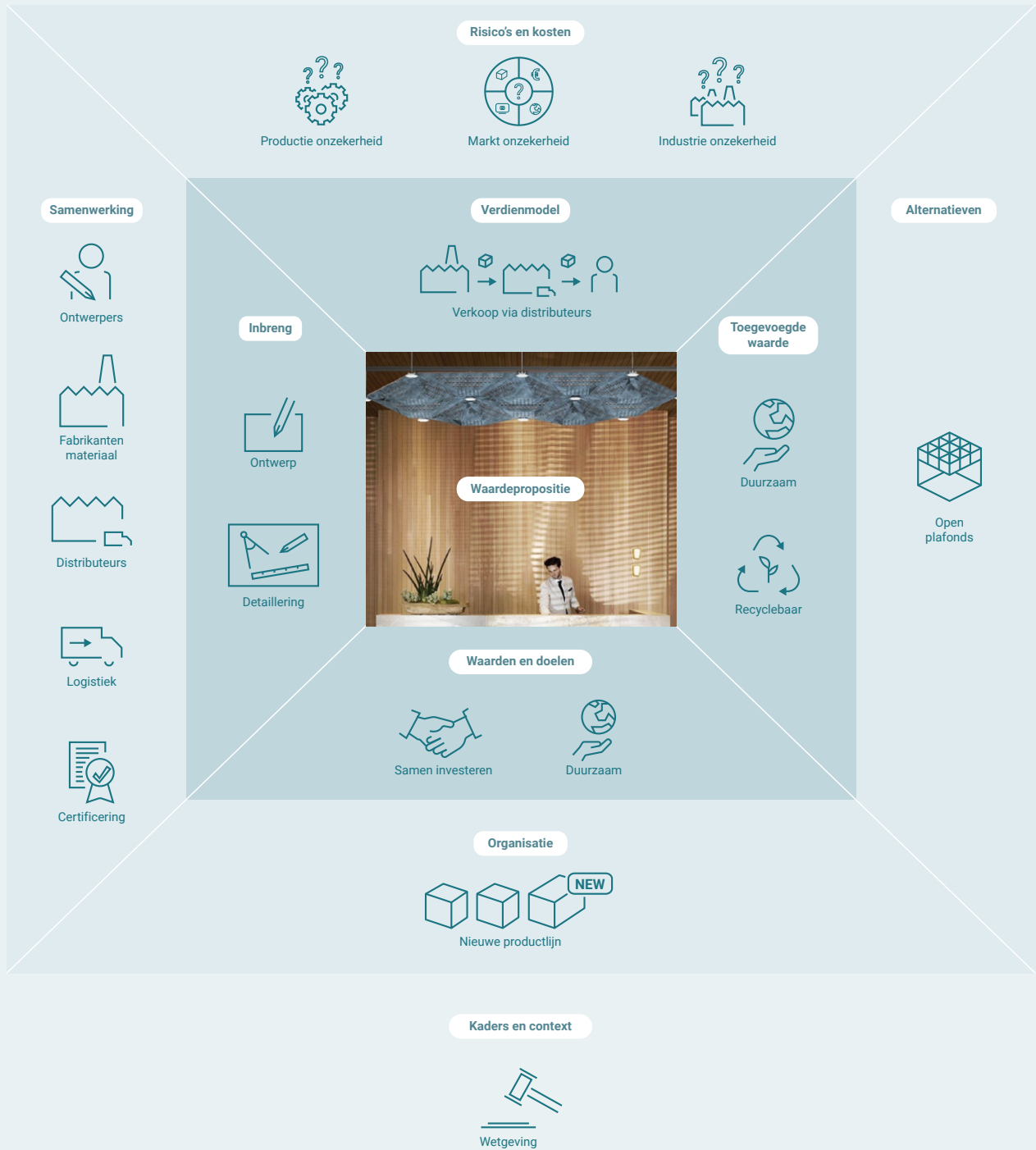
De voorgestelde waardepropositie is 'een open en modulair plafondpaneel dat esthetisch en ecologisch verantwoord is'. Het plafond levert ook functionele waarde omdat LED, akoestische panelen en andere functionaliteiten binnen het paneel kunnen worden geïnstalleerd. Er zijn alternatieven op de markt met dezelfde functionaliteiten. De keuze van de consument hangt af van diverse factoren. De oplossing is ook geschikt voor open plafonds.

De belangrijkste input die Graypants kan leveren bij het creëren en leveren van het product is ontwerpexpertise, specificaties voor productie en optimalisatie van het productieproces. Graypants zal in verschillende fasen van de waardeketen partners nodig hebben. We raden Graypants aan om de oplossingen 'semi-custom' aan te passen aan de klanten. Met andere woorden: gebruik textielafval van de klanten zelf en verwerk dit in het eindproduct.

De motivatie achter deze strategie is om risico's met betrekking tot de kwaliteit van de materiaalvoer te verminderen (meer wordt hieronder uitgelegd). Om tot een semi-aangepaste oplossing te komen zal Graypants moeten samenwerken met de klanten en fabrikanten van de materialenimport (dat wil zeggen: het materiaal RECURF). Bovendien kan de organisatie samenwerken met ervaren ontwerpers om nog meer unieke ontwerpen te maken. De productie gebeurt met een partner. Het transport moet worden uitbesteed. Aangezien er veel certificeringen nodig zijn voor een geslaagd eindproduct (bijvoorbeeld brandveiligheid) en elk aangepast product mogelijk een ander certificaat vereist, wordt voorgesteld dat de organisatie samenwerkt met de instanties die de certificeringen uitvoeren. Ten slotte raden we aan samen te werken met distributeurs voor de verkoop (het verdienmodel).

Er zijn enkele belangrijke risico's verbonden aan dit businessmodel. Ten eerste zijn er onzekerheden over markt (klanten kunnen esthetiek belangrijker vinden dan duurzaamheid). Ten tweede zijn er risico's met betrekking tot de consistentie van de kwaliteit van het materiaal RECURF). Vanwege dit risico stellen we een semi-aangepast product voor waarbij elk plafondsysteem wordt gemaakt met een unieke mix van de textielreststroom van de klanten. Deze strategie maakt de ecologische waarde van het product tastbaarder voor de klant.

De belangrijkste waarden zijn: werken volgens duurzaam principe (voor materiaal, productontwerp en productie), samen investeren en de risico's delen. We stellen voor dat de oplossing een nieuwe productlijn is die landelijk beschikbaar is. Belangrijke zaken om rekening mee te houden zijn de wetgeving in verband met brandveiligheid en normen voor verlichting, sprinklersystemen en luchtkwaliteit.



figuur 8: het voorgestelde circulaire, collaboratieve en schaalbare businessmodel voor Graypants

Een businessmodel voor het akoestisch interieurproduct voor VRK

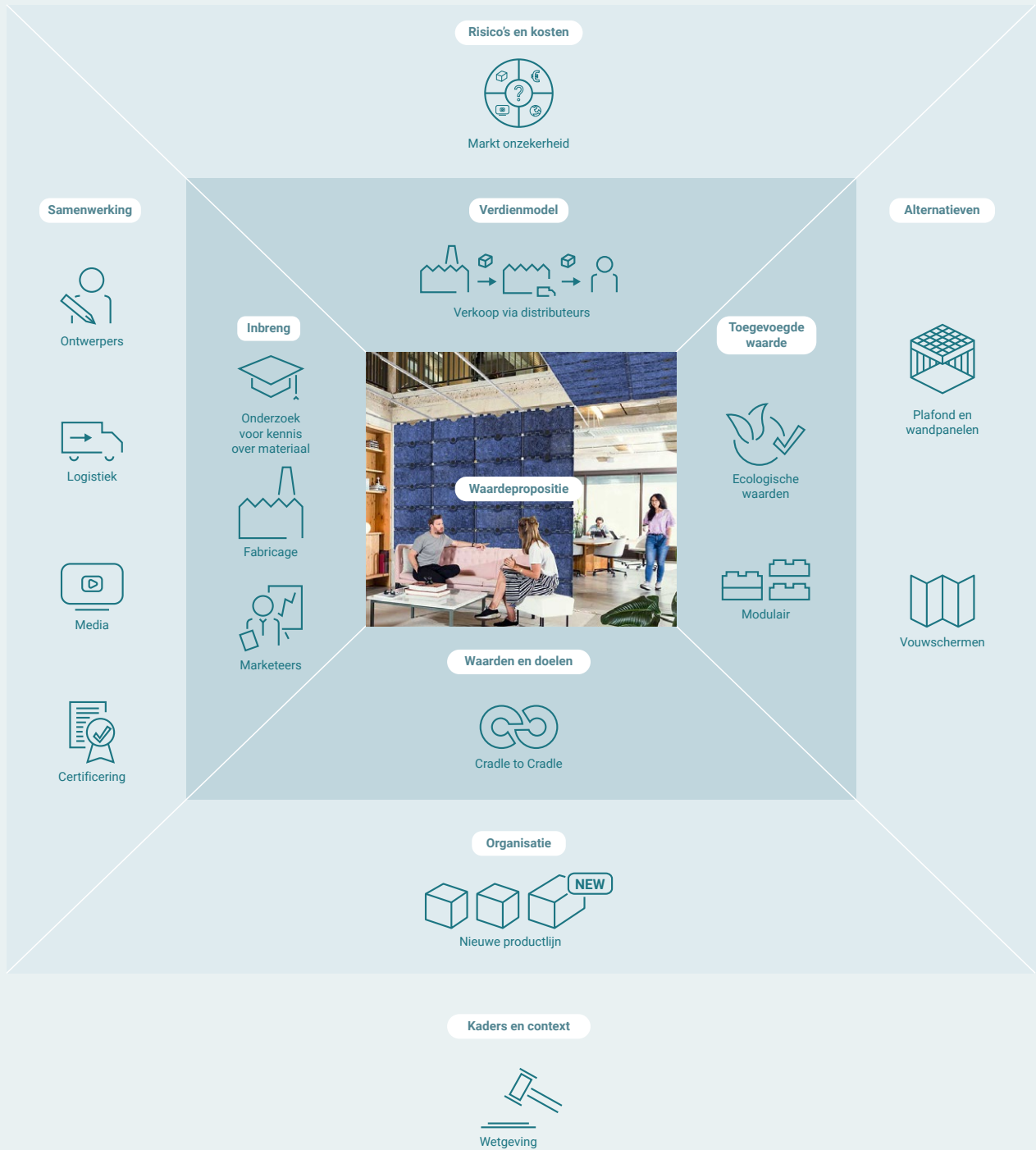
Het centrale probleem dat wordt aangepakt voor VRK is de slechte geluidskwaliteit in kamers met een slechte akoestiek. Deze problemen zijn te vinden in gebouwen met grote ruimtes zoals bioscopen, theaters en scholen. De oplossing kan een modulair geluiddempend paneel zijn dat is gemaakt van gerecycled textiel uit reststromen (pag. 54-55).

Om de introductie van de oplossing te vergemakkelijken, stellen we het businessmodel in figuur 9 voor. De beoogde klanten zijn gebouwen met grote binnenruimten waar een goede geluidskwaliteit belangrijk is (bijvoorbeeld auditoria en vergaderruimtes), wat betekent dat ook dit businessmodel een b2b is.

De voorgestelde waardepropositie is een modulair geluiddempend paneel met functionele waarde (het paneel is modulair en toepasbaar op verschillende werkinstellingen en kan worden gebruikt als een kamerverdeler), ecologische waarde (het paneel is gemaakt van gerecycled textiel) en esthetische waarde (de 'perfectie van imperfectie'). Er zijn alternatieven op de markt (bijvoorbeeld plafond- en wandpanelen en vouwschermen). Deze alternatieven worden zowel met niet-duurzame als met gerecyclede materialen gemaakt.

De belangrijkste input die VRK kan leveren bij het creëren en leveren van het product is onderzoek naar materiaaleigenschappen, de productiecapaciteit en marketing. Het is echter noodzakelijk om met verschillende partners in verschillende stadia van de waardeketen te werken. Het is noodzakelijk om samen te werken met afvalinzamelaars, ontwerpers, verkoop- en distributiepartners, logistieke partners, ngo's, media en certificatie-instellingen. Het is raadzaam om samen te werken met klanten die reststromen van textiel kunnen leveren. De partnerschappen met ngo's en certificatie-instellingen zijn essentieel om de boodschap over te brengen dat de kwaliteit van het product niet minder is dan die van alternatieven gemaakt van niet-duurzame materialen, maar dat de functionele waarde gelijk is en de ecologische waarde hoger. Dit gegeven is van cruciaal belang, want de grootste onzekerheid waarmee VRK wordt geconfronteerd, is het risico dat klanten ervan overtuigd zijn dat een gerecycled product van mindere kwaliteit is.

Het belangrijkste verdienmodel is verkoop via directe distributiepartners. De belangrijkste waarde is werken volgens het circulaire principe, en de contextuele factoren die de werking kunnen beperken zijn de sociale acceptatie van gerecycled textiel in deze industrie en de wetgeving (bijvoorbeeld brandveiligheidsregels). Het product vormt een nieuwe productlijn en is beschikbaar in de Benelux, Duitsland en Frankrijk.



figuur 9: het voorgestelde circulaire, collaboratieve en schaalbare businessmodel voor VRK

Reflectie

Er is een aantal opvallende overeenkomsten tussen de businessmodellen voor de drie cases. Ten eerste is er, zoals verwacht, een brede samenwerking nodig tussen de partners over de gehele keten. Belangrijke partners zijn ontwerpers, logistieke bedrijven, fabrikanten en inzamelaars van textielafval.

Ten tweede is uitbreiding van een bestaande productlijn de makkelijkste manier om de producten op de markt te brengen. Deze keuze vermindert de potentiële marktonzekerheden omdat klanten al bekend zijn met de vergelijkbare producten. Het is wel nodig en belangrijk om de klanten een pakkend verhaal over de functionaliteit en duurzaamheid te bieden, dat goed aansluit bij hun wensen en waarden.

Ten derde blijft de markt voor duurzame producten van gerecycled textiel onzeker, ondanks dat de producten op de markt kunnen worden gebracht als uitbreidingen van bestaande productlijnen. Er is een kloof tussen intentie en gedrag: hoewel klanten over het algemeen aangeven de intentie te hebben om duurzame producten aan te schaffen, kopen ze in plaats daarvan vaak nog steeds niet-duurzame producten. Ten slotte bestaan er onzekerheden omtrent de productie, bijvoorbeeld met betrekking tot de beschikbaarheid van de reststroom en de kwaliteit ervan. Daarnaast is het belangrijk om retourstromen te realiseren, zodat het materiaal RECURF meerdere keren kan worden hergebruikt en de milieu-impact wordt geminimaliseerd. Het is wenselijk om de producten te koppelen aan diensten die retourstromen faciliteren. Te denken valt aan een garantie voor terugname van het product wanneer het aan het einde van zijn levensduur is.









AANPLAK VERBOD

SYMPANY

GEEF GOED DOOR

Sympany accepteert ALLE soorten textiel.
Aanbieden in een gesloten zak. Hartelijk dank!

-  Kleding
-  Schoenen
-  Linnen & dekens
-  Lappen
-  Tassen & accessoires
-  Versleten kleding
-  Gordijnen
-  Petten & hoeden
-  Huishoudelijk textiel
-  Knitwear

www.sympany.nl
030 - 657 00 09

Uw textiel voor het goede doel

22
SYMPANY
GEEF GOED DOOR



Circulariteit

& LCA

6

Uit het project RECURF blijkt dat verschillende textiele restvezels goed te combineren zijn met biobased plastics zoals bijvoorbeeld PLA. Het is echter niet mogelijk om deze biocomposieten via biodegradatie terug te brengen in de grondstoffencyclus, omdat de textielvezels te zeer vervuild zijn. Mechanische recycling van thermoplastische biocomposieten lijkt goed mogelijk, maar het is nog onbekend in welke mate de originele materiaaleigenschappen dan kunnen worden behouden.

Circulariteit

Om de biocomposieten via biodegradatie in de grondstoffencyclus te kunnen en mogen terugbrengen, dient de vezel die in het materiaal wordt gebruikt, zuiver te zijn. Door samenwerking met de toeleveranciers van het textiel zijn hier naar verwachting verbeteringen in aan te brengen, maar dit zal niet altijd mogelijk zijn (in geval van post-consumer kledinginzameling is dat zelfs heel erg moeilijk). Er is wel een andere route die een goede bijdrage kan leveren aan de circulaire economie: terugname van het product, vervolgens mechanische recycling van het composietmateriaal en dit dan opnieuw toepassen in een volgend product.

In de literatuur is te vinden dat zuiver PLA relatief goed te recyclen is. Zo is in het overzichtsartikel van Beltrán (Beltrán et al., 2017) gesteld dat eenmalig mechanisch recyclen van PLA geen significante invloed heeft op de viscositeit. Pillin (Pillin, et al., 2008) constateert na zeven keer mechanisch recyclen geen invloed op de hardheid of op de elasticiteitsmodulus, maar wel een afname van het molecuulgewicht met 60%. Peregó (Peregó et al., 1996) bevestigt dit. Zenkiewicz (Zenkiewicz et al., 2009) nam na tien cycli tevens een significante afname waar van de treksterkte en de thermische stabiliteit. Zhao (Zhao et al., 2018) constateerde na twee keer recyclen inderdaad geen afname van de mechanische eigenschappen, maar wel een dusdanige reductie van het molecuulgewicht, dat er tot 50% virgin materiaal nodig was om het recycloot weer geschikt te maken voor gebruik in een 3D-printer.

Zo gauw het echter om de recycling van op PLA gebaseerde composieten gaat, worden de artikelen in de literatuur zeldzamer. Chaitanya (Chaitanya et al., 2019) stelt vast dat een biocomposiet van PLA met 30% sisalvezels van 2,5 mm, na een drie keer herhaalde extrusietest al sterk is afgenomen in treksterkte (- 20%) en vezellengte (- 40%) en dat deze daarom slechts nog voor eenvoudige toepassingen geschikt is. Meer dan drie keer recyclen wordt dan ook sterk afgeraden. Kennelijk heeft de vulstof invloed, want Fazelinejad (Fazelinejad et al., 2017) rapporteert dat een PLA-kalkcomposiet in een soortgelijke extrusietest na zes keer recyclen vrijwel geen reductie in treksterkte of thermische eigenschappen vertoont.

Op grond van waarnemingen is het de verwachting dat het RECURF-UPI-materiaal zich als het PLA-sisalmengsel van Saurabh Chaitanya (Chaitanya et al., 2019) zal gedragen.

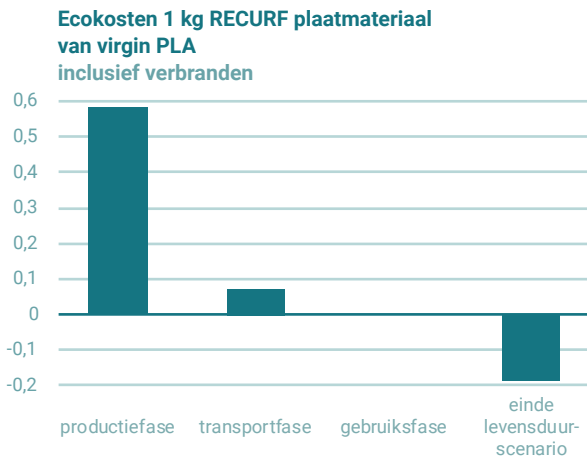


Levenscyclusanalyse van RECURF

Levenscyclusanalyses (LCA) worden gemaakt om de milieuvervuiling in kaart te brengen. Met een LCA kan de impact op de leefomgeving van een product worden berekend en wordt duidelijk waar in de keten de grootste vervuiling plaatsvindt. Bovendien maakt een LCA het mogelijk om verschillende producten met elkaar te vergelijken.

De resultaten van een LCA kunnen op veel verschillende manieren worden berekend en uitgedrukt. Officiële (internationaal door wetenschappers goedgekeurde) methodes volgen de richtlijnen van de International Standard Organisation (ISO). Een van die methodes is de ecokostenmethode, ontwikkeld door Dr. ir. Joost Vogtlander van de Technische Universiteit Delft (Vogtlander, 2010), die de uiteindelijke milieu-impact uitdrukt in één getal, wat interpretatie en vergelijking mogelijk maakt. Hierbij geldt: hoe lager de ecokosten, hoe beter.

Het vervolg van dit hoofdstuk toont de resultaten van de LCA-berekeningen die zijn gemaakt op basis van de ecokostenmethode. Een gedetailleerde rapportage van de LCA-berekeningen en analyse zal gepubliceerd worden op www.hva.nl/RECURFUP.

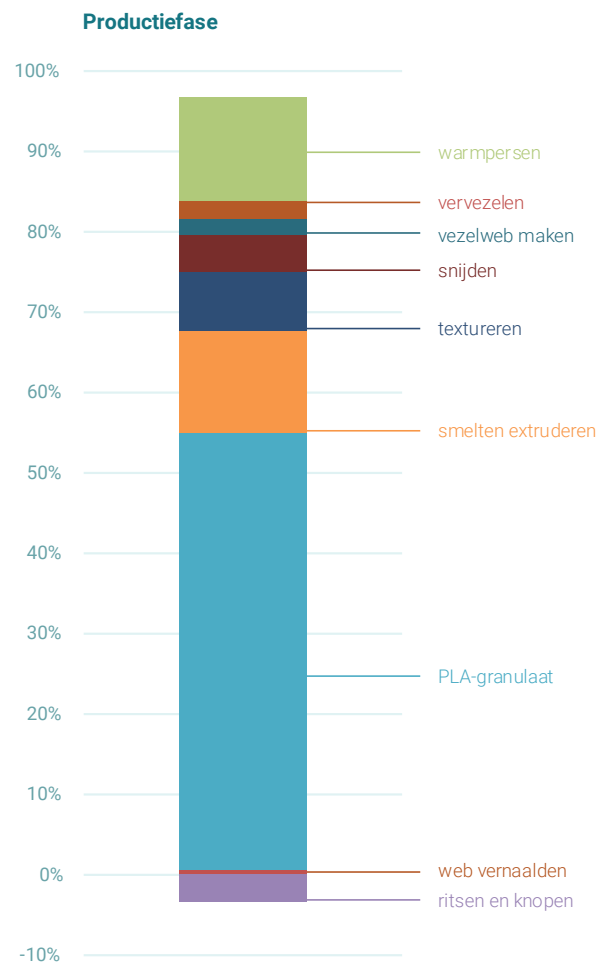


figuur 10: ecokosten 1kg RECURF-materiaal

Figuur 10 toont de ecokosten van 1 kg RECURF-plaatmateriaal gedurende de levenscyclus, van het ontstaan vanuit nieuw (virgin) PLA en gerecyclede textielvezels, tot en met het afdanken (in dit geval bijstoken met energietेरugwinning, zoals op diverse plekken in Nederland gebruikelijk is). De totale ecokosten zijn 0,47.

Als we inzoomen op de productiefase (figuur 11), wordt duidelijk dat het PLA-granulaat het grootste aandeel heeft (lichtblauw), gevolgd door het warmpersen van de plaat (groen) en het smelten en extruderen van het PLA (oranje). Dit laatste gebeurt voorafgaand aan het maken van de PLA-vezels.

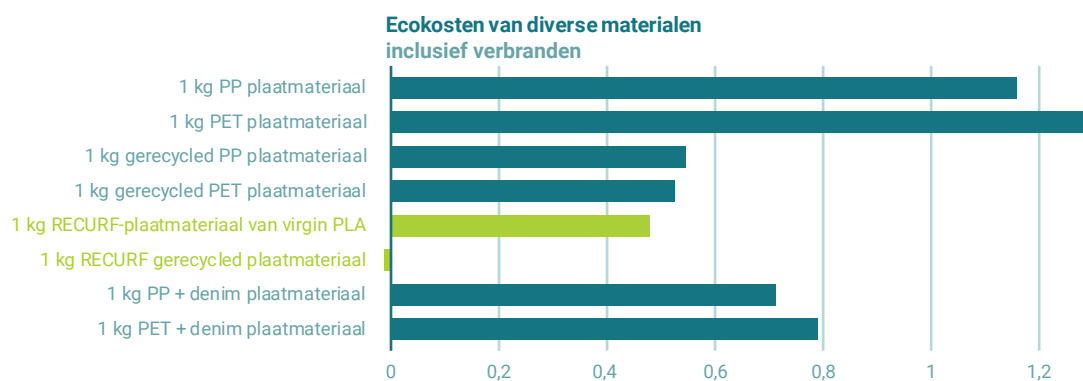
Het paarse gedeelte in deze grafiek is negatief en is afkomstig van de ritsen en knopen van de niet-herdraagbare spijkerbroeken, die voor het vervezelen van het denim eruit worden gehaald. Dit metaal wordt gerecycled en levert om die reden een korting (credit) op.



figuur 11: verdeling van ecokosten per productiefase van een RECURF product

Ecokosten

In figuur 12 is te zien dat de RECURF-materialen beter scoren dan alternatieve materialen. Het gerecyclede RECURF-materiaal (dat op zichzelf is gemaakt van afgedankt RECURF) krijgt zelfs een 'credit' (een negatieve waarde), omdat het materiaal bij verbranding extra energie oplevert.

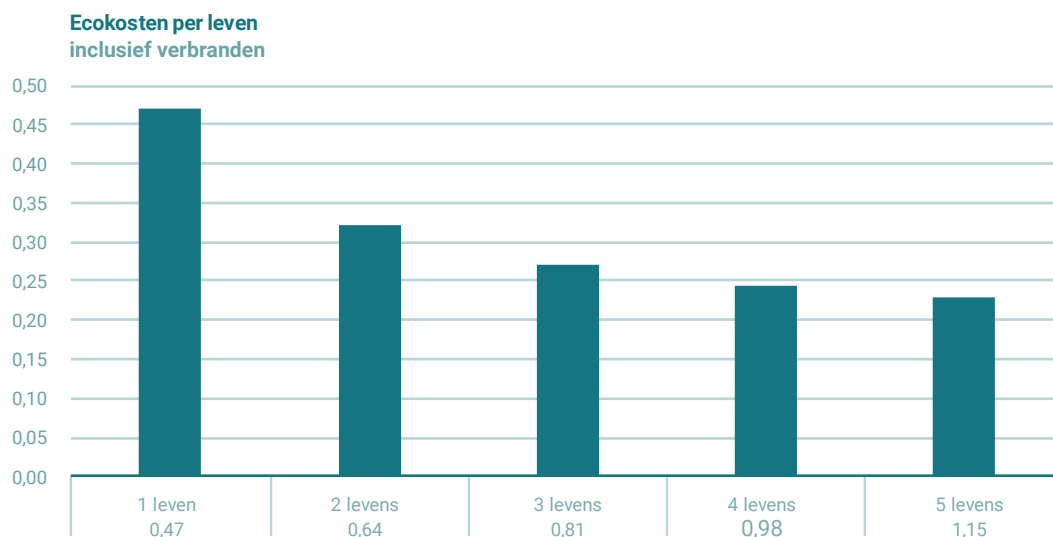


figuur 12: ecokosten vergeleken

Multicyclus

Wanneer er vanuit een multicyclusperspectief wordt gekeken naar RECURF, wat inhoudt dat het materiaal meerdere malen wordt gerecycled, kunnen de ecokosten per leven worden uitgerekend. In figuur 13 is te zien dat dit getal afneemt naarmate er meerdere cycli worden doorlopen.

Hoe vaker het materiaal RECURF wordt gerecycled, des te lager de ecokosten per leven, dus des te beter voor het milieu. Hierbij geldt natuurlijk wel dat het materiaal steeds zo lang mogelijk moet worden gebruikt en dat de toepassing het gebruik van een ander (minder milieuvriendelijk) materiaal vervangt.

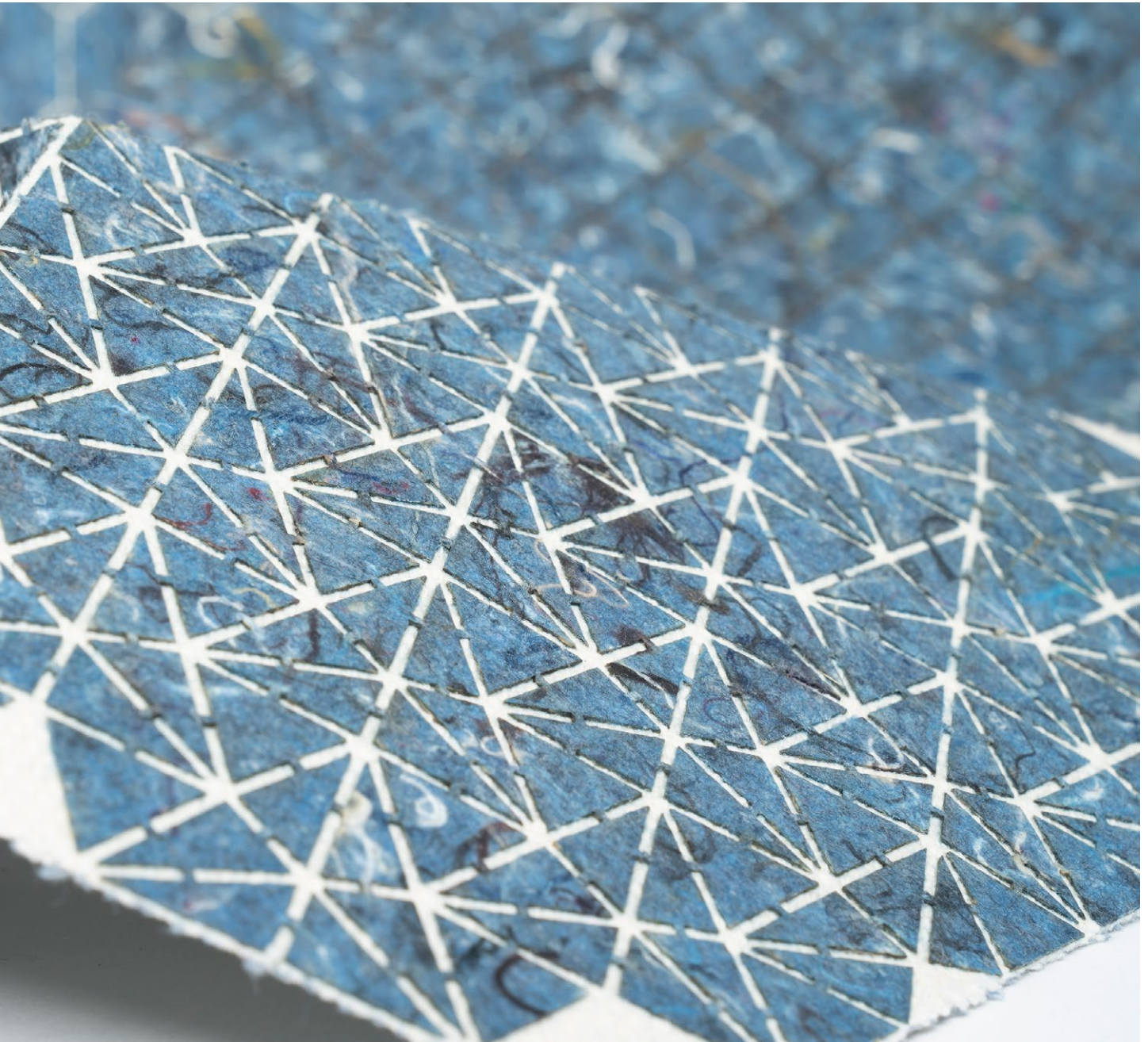


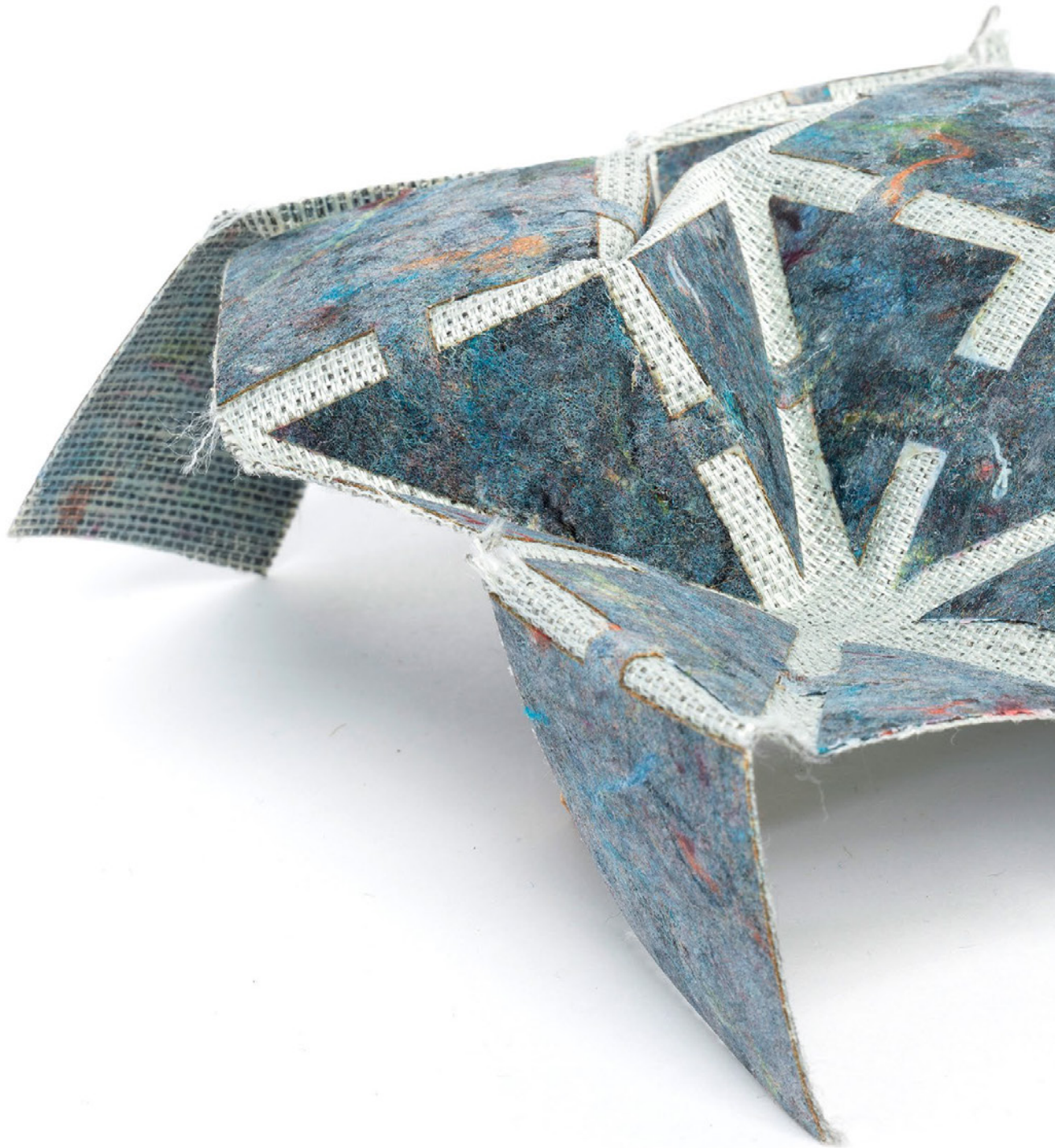
figuur 13: ecokosten na meerdere cycli

Reflectie

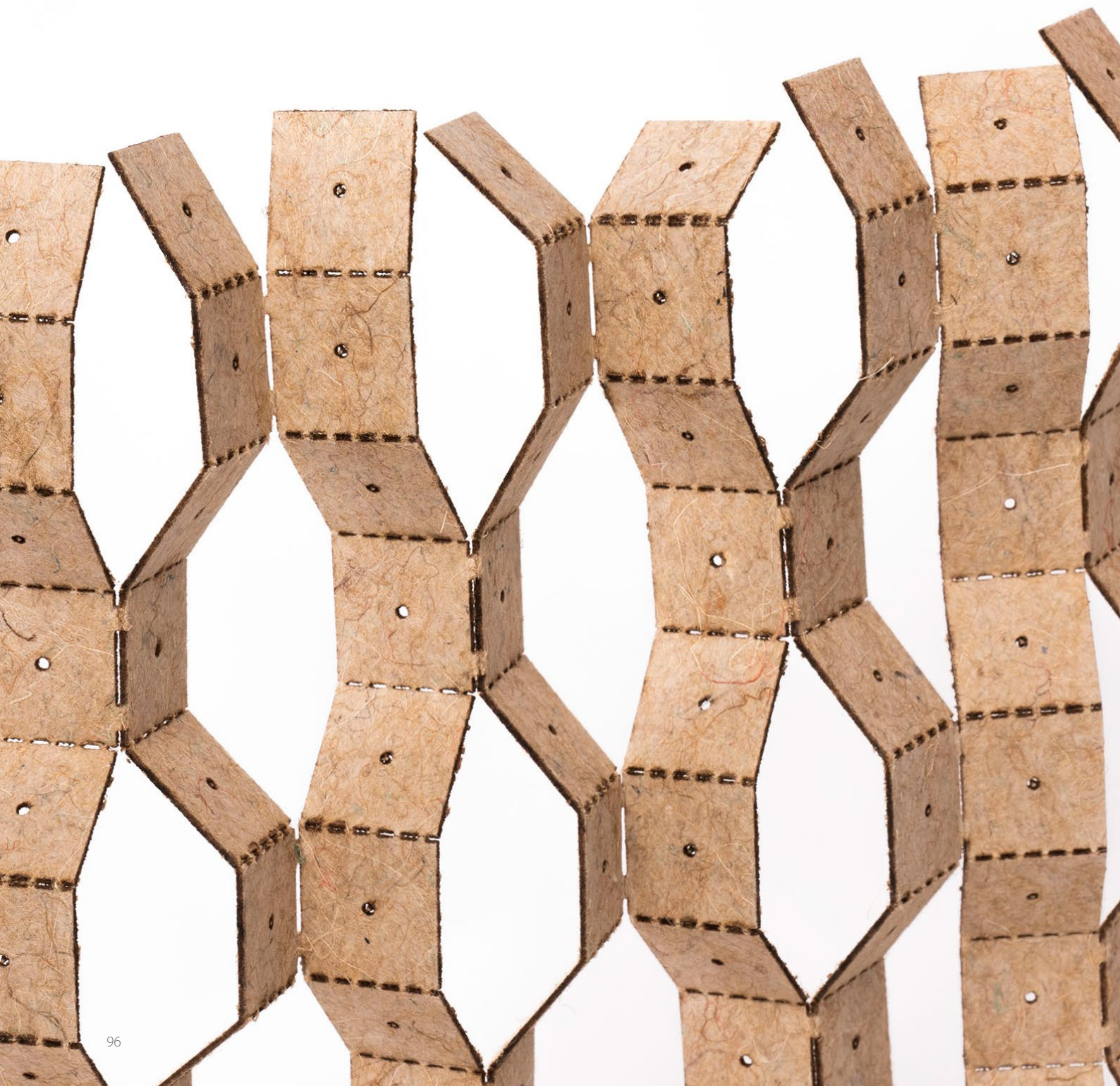


Over het algemeen kan worden geconcludeerd dat de vezels ervoor zorgen dat het gerecyclede PLA minder bros wordt, wat het geschikt maakt voor vele toepassingen. Bovendien is het PLA biobased, zijn de vezels afkomstig van afvalmateriaal (postproductie en postconsument) en is RECURF opnieuw te recyclen. Wanneer dit allemaal wordt meegenomen, tonen de LCA-berekeningen aan dat de milieu-impact van (virgin en gerecycled) RECURF lager is dan die van vergelijkbare materialen, zoals PET en PP met en zonder vezels.









7

Conclusies & aanbevelingen

Voor een circulaire economie dienen er nieuwe en aangepaste materialen, productie- en ontwerptechnieken te worden ontwikkeld op basis van hergebruik en/of biobased materialen. Over het algemeen vragen mensen niet om nieuwe materialen, ze willen eerder producten die voorzien in behoeften als eten, wonen, communiceren en reizen, terwijl er tegelijkertijd ook sociale en ecologische problemen moeten worden opgelost.

Upcycling

Tijdens dit project is gewerkt aan de ontwikkeling van nieuwe biocomposietmaterialen op basis van textiele reststromen en biobased plastics. Na vaststelling van de eigenschappen van deze nieuwe materialen is onderzocht welke producten idealiter uit deze nieuwe materialen kunnen worden ontworpen en gerealiseerd. Deze producten dienen een zodanige waarde te bieden dat ze ook zullen worden gekocht en gebruikt. Maar hoe kunnen we de textielafvalmaterialen nu 'upcyclen' in plaats van 'downcyclen'? Met andere woorden: hoe kunnen we ervoor zorgen dat de reststromen door ze opnieuw te bewerken meer waard worden in plaats van minder?

De nieuwe biocomposietmaterialen hebben goede mechanische en fysische eigenschappen. Ook de belevingswaarde is uniek en goed bruikbaar voor ontwerpers om aantrekkelijke producten te ontwerpen en te produceren. Een aantal belangrijke karakteristieken, zoals de akoestische eigenschappen, zijn gemeten en vastgelegd, zodat ontwerpers en bedrijven de materialen kunnen gaan toepassen in goed functionerende producten.

Een mogelijkheid om waarde te creëren met reststromen is het gebruik van de nieuwste digitale productietechnieken. Hiermee kunnen uitzonderlijke en opvallende producten worden gemaakt, die alleen al om die reden een hoge waarde hebben. Ook kunnen we deze producten relatief efficiënt produceren, vanwege de lage of geheel ontbrekende gereedschapskosten en een beperkte hoeveelheid productieafval.

Positief milieueffect bij meerdere gebruikscycli

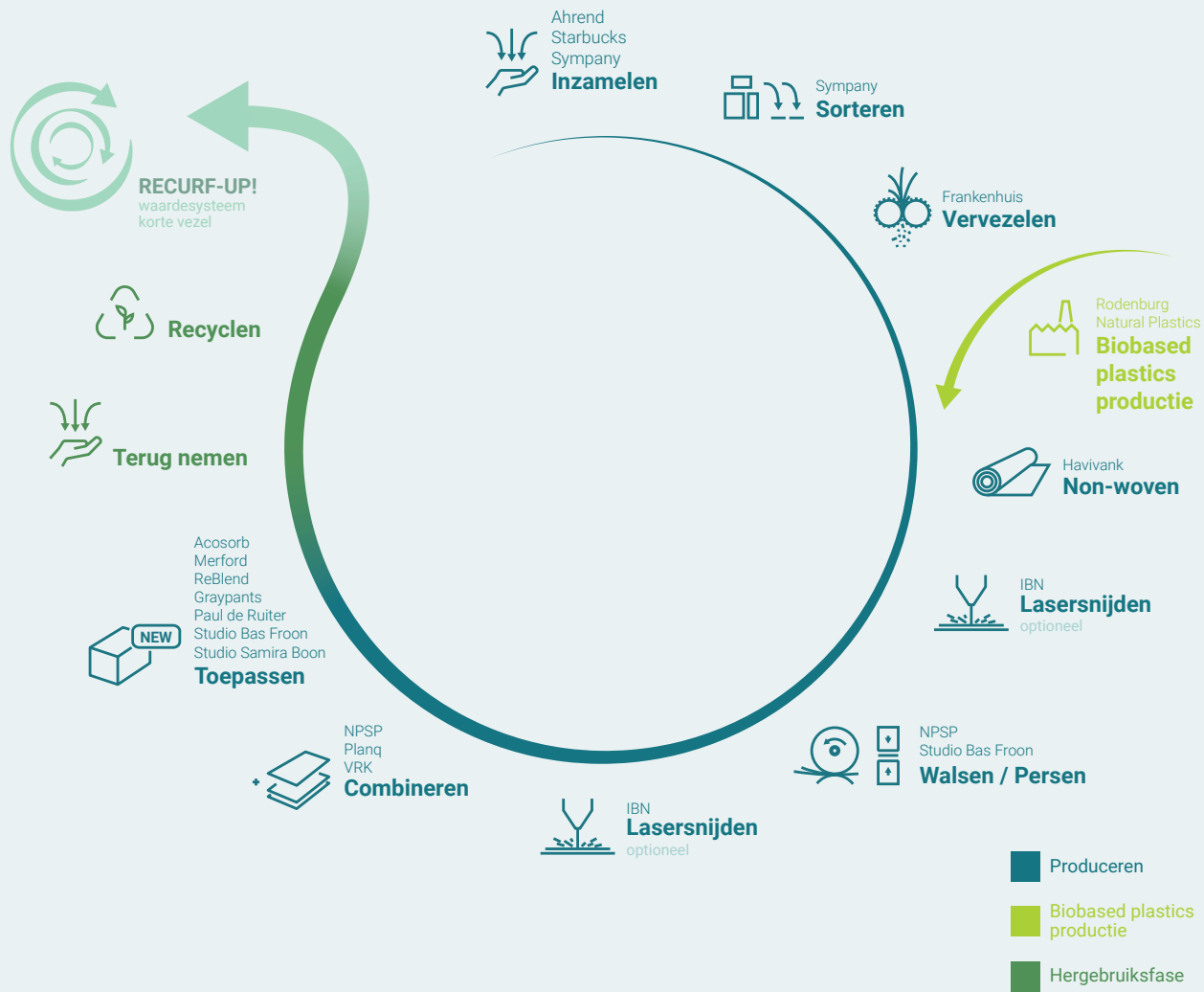
In dit onderzoek zijn materialen ontwikkeld en bestudeerd die bestaan uit een mix van een reststroom en nieuwe grondstoffen. Deze nieuwe materialen bieden mogelijkheden voor innovatieve en succesvolle producten en toepassingen. Als het product eenmaal wordt afgedankt, is de mix echter niet in alle gevallen eenvoudig uit elkaar te halen en als monostroom verder te verwerken. Creëren we nu een nieuw negatief milieu-effect doordat deze grondstoffen niet meer los van elkaar hergebruikt kunnen worden?

Bij meerdere gebruikscycli is er wel degelijk een positief milieueffect. Ten eerste wordt een groot deel (50%) van het uitgangsmateriaal gemaakt van een afvalstroom, die anders zou worden verbrand of zou worden toegepast in een product met een zeer korte levensduur of een minder waardevolle toepassing.

Daarnaast kunnen eigenschappen van de gebruikte biobased materialen verbeteren, zodat er ofwel minder materiaal nodig is, ofwel nieuwe toepassingen mogelijk zijn. Denk aan een hogere sterkte en stijfheid, zeer goede akoestische eigenschappen of een unieke belevingswaarde.

Juist de textiele restvezels zorgen ervoor dat een aantal eigenschappen van het gerecyclede biobased plastic verbeterd.

Tenslotte is het materiaal RECURF in zijn gemengde vorm goed recyclebaar en kan het daardoor makkelijker en hoogstwaarschijnlijk ook vaker worden herverwerkt. Het aantal cycli waarin een materiaal kan worden hergebruikt, heeft een grote invloed op de milieubelasting van het materiaal en het product waarin dit wordt toegepast.



figuur 14: het RECURF waardesysteem

Samenwerking met een belangrijke rol voor de klant

Voor het 'upcyclen' van reststromen is een interactie tussen verschillende waardesystemen noodzakelijk (zie figuur 14). Wat het complex maakt, is dat het waardesysteem per levenscyclus van een materiaal of product (gedeeltelijk) andere partijen bevat en deze partijen samen een levensvatbaar circulair businessmodel moeten ontwikkelen. Tijdens het RECURF-UPI-project is gebleken dat het goed mogelijk is businessmodellen te ontwikkelen om het ecologische probleem van textielafval aan te pakken. Maar hoe betrek je de klant goed in het businessmodel? Er dienen zich hier twee uitdagingen aan.

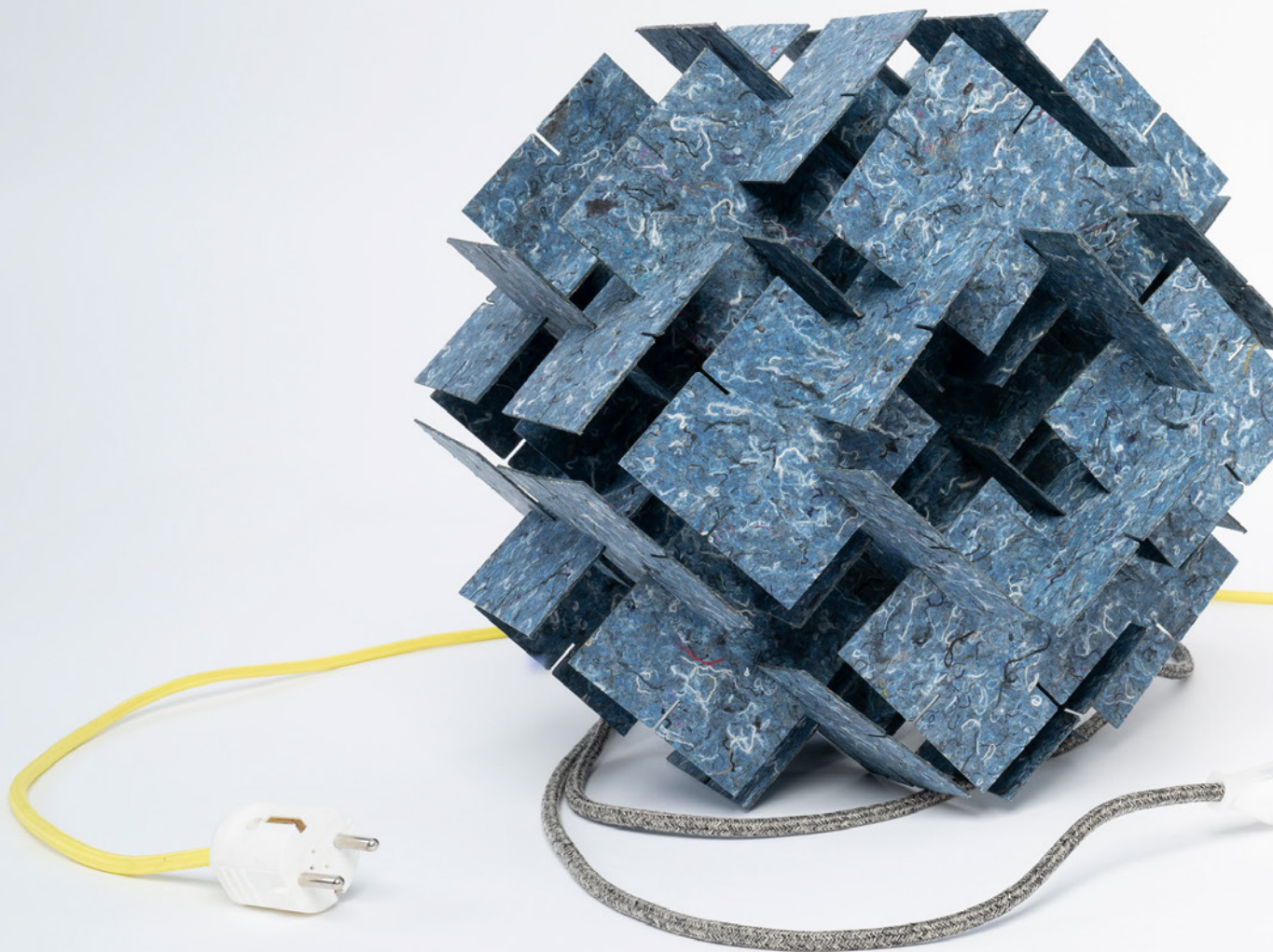
Ten eerste zijn er meerdere gebruikscycli nodig om de milieu-impact te verminderen. Retourstromen zijn hierbij cruciaal. Een gangbaar middel om retourstromen te garanderen is een leaseconstructie waarbij het product wordt verhuurd aan de klant en de producent eigenaar blijft van het product. Als het product aan vernieuwing toe is, zou de klant het product moeten retourneren. Alhoewel dit een beproefde constructie is om retourstromen te garanderen, is hiervoor in de RECURF-UPI uitgewerkte cases vooralsnog niet gekozen vanwege de hoge voorinvesteringen die ermee gemoeid zijn. De vraag is hoe afgedankte producten met RECURF dan wél kunnen worden ingezameld en welke rol de klant daarin zou kunnen spelen.

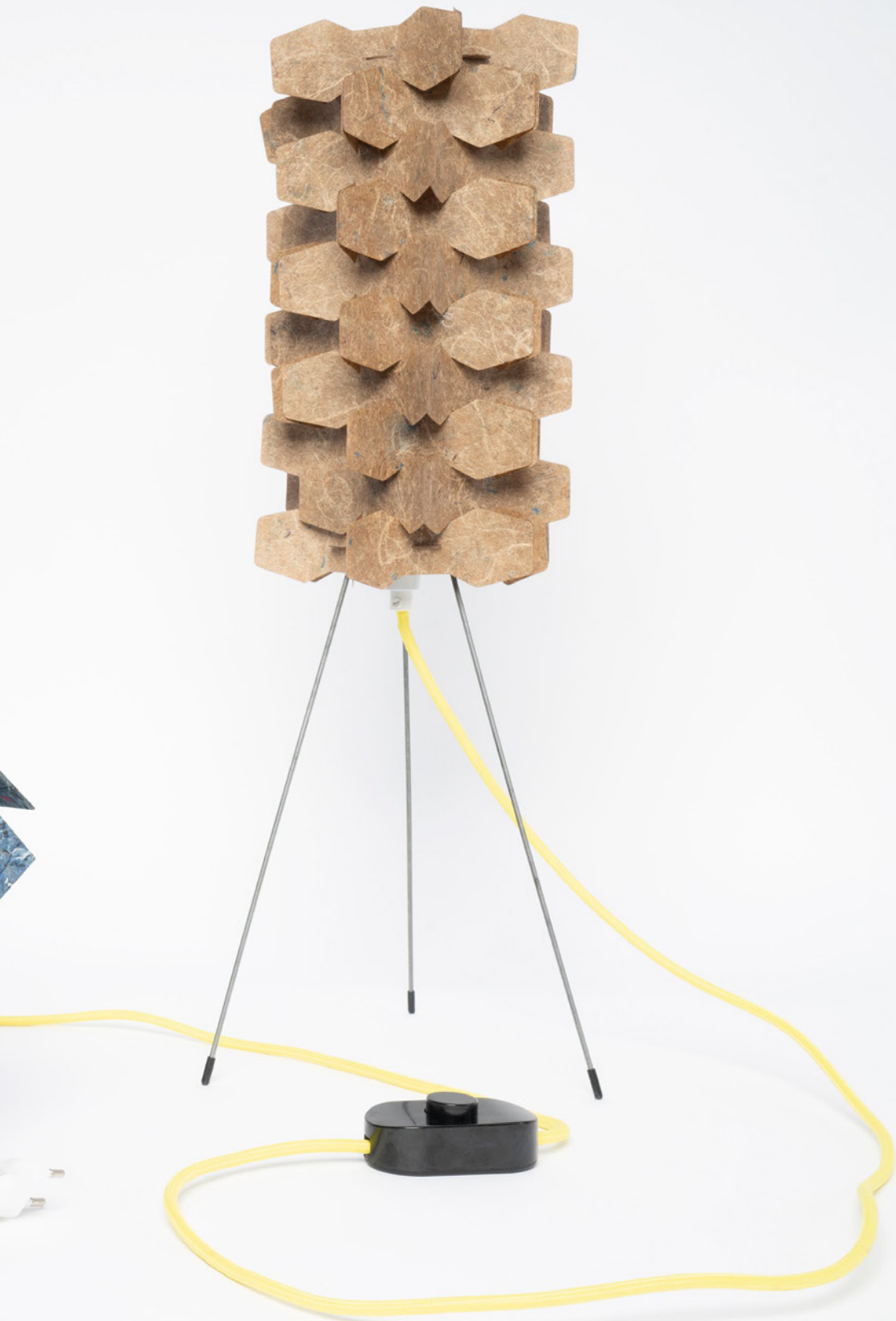
Ten tweede is er schaalgrootte nodig om enige impact te maken. Er dient dus een grote markt te zijn die actief producten koopt die gemaakt zijn van textielafval. Ook hier speelt de consument een belangrijke rol. Om deze er goed bij te betrekken is het belangrijk dat de bedrijven en andere industriepartners ecologische problemen oplossen zonder de waarde van het product uit het oog te verliezen. Maar het blijft een uitdaging om producten te creëren met een zo laag mogelijke milieu-impact en een zo hoog mogelijke waarde, zodat consumenten eerder deze zullen kopen dan de minder milieuvriendelijke alternatieven.

De overheid is een belangrijke stakeholder en kan een handje helpen om beide uitdagingen aan te pakken. Dit kan door middel van 'nudging': een duwtje in de richting van het gewenste gedrag met behulp van relatief simpele en goedkope strategieën zonder de betrokkenen te beperken in hun vrijheden. Om de klanten aan te moedigen producten actief te retourneren, kunnen overheden statiegeld laten heffen bij de aankoop. Om op schaalgrootte te komen en businessmodellen op te schalen kunnen overheden hun inkoopbeleid aanpassen en zelf als eerste klant optreden door producten te kopen die gemaakt zijn van biobased composieten met gerecycled textielafval.

De resultaten zijn
behaald dankzij
samenwerking
tussen
bedrijfspartners,
studenten en
onderzoekers.







Colofon

Kennisinstellingen

Avans Hogeschool
HZ University of Applied Sciences (Hogeschool Zeeland)
Saxion
TU Delft

(Mkb-)bedrijven

Acosorb
Ahrend
Contour interior
Frankenhuis
Graypants
Havivank
HB|3D
IBN-Productie bv
Merford
Natural Plastics
NEXT Architects
NPSP
Omefa
Paul de Ruiter
PlanQ
ReBlend
Rodenburg Biopolymers
Starbucks
Stichting Sympany
Studio Bas Froon
Studio Samira Boon
VRK Isolatie en Akoestiek

Brancheverenigingen

FME
Modint
MVO Nederland
NRK

Uitgave

Onderzoeksprogramma Urban Technology
Faculteit Techniek, Hogeschool van Amsterdam

Auteurs

Inge Oskam
Mark Lepelaar
Annelies de Leede
Richard Martina
Daan Goedkoop
Natascha van der Velden
Ilana Visser
Matthijs de Jong

Projectteam

Daan Goedkoop
Matthijs de Jong
Erno Langenberg
Annelies de Leede
Mark Lepelaar
Richard Martina
Inge Oskam
Natascha van der Velden
Ilana Visser

Studenten

Krazimir Angelov
Floor Beckeringh
Alex Brink
Solvejg Buschmann
Rozaan Khan
Aman Maheshwari
Bas van Osch
Dennis van Rijsbergen
Sergio Spadon
Romano Sperling
Raoul Sprokel
Sjoerd Stamhuis
Dennis de Vries
Ties Westerhuis

Redactie

Els de Roon Hertoge, Fonar

Vormgeving

Dennis van Rijsbergen

Fotografie

Hogeschool van Amsterdam, Raymond Astudillo van Eijk
Studio Bas Froom

Druk

MullerVisual

Financiering

Dit onderzoek is mede gefinancierd door Regieorgaan
SIA, onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor
Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

Contact

Mark Lepelaar
Hogeschool van Amsterdam, Faculteit Techniek
Postbus 1025, 1000 BA Amsterdam
www.hva.nl/urbantechnology
m.lepelaar@hva.nl

Meer informatie

ISBN: 9789 4926 44145

Deze publicatie en gerelateerde datasheets en rapportages
zijn ook online beschikbaar op: www.hva.nl/RECURFUP

Disclaimer/Klachtenprocedure

Kenniscentrum Techniek, Hogeschool van Amsterdam,
september 2019.

Het Programma Urban Technology van de Hogeschool van
Amsterdam heeft deze publicatie met de grootst mogelijke
zorgvuldigheid samengesteld. Bent u van mening dat de
publicatie van bepaalde onderdelen van deze publicatie
uw auteursrechten of privacy-rechten schendt, neem dan
s.v.p. contact op met Hogeschool van Amsterdam, Urban
Technology, M. Lepelaar, Postbus 1025, 1000 BA Amsterdam.

SYMPANY
GEEF GOED DOOR

graypants

VRK
ISOLATIE
AKOESTIEK

MERFORD

npsp
sterk in composieten

Hz UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

OMEFA
European plastics & tooling

NEXT

SiA
Nationaal Regieorgaan
Praktijgericht Onderzoek

MOD'NT

ahrend

RODENBURG
Biopolymers

Natural
Plastics

HB | 3 DBV

BAS FROOM
Industrial.craftsmanship

avans
hogeschool

acosorb
seemless acoustical spray- and plasterwork

SAMIRA BOON

Hogeschool van Amsterdam



ReBlend

design studio
.PLANQ

HAVIVANK

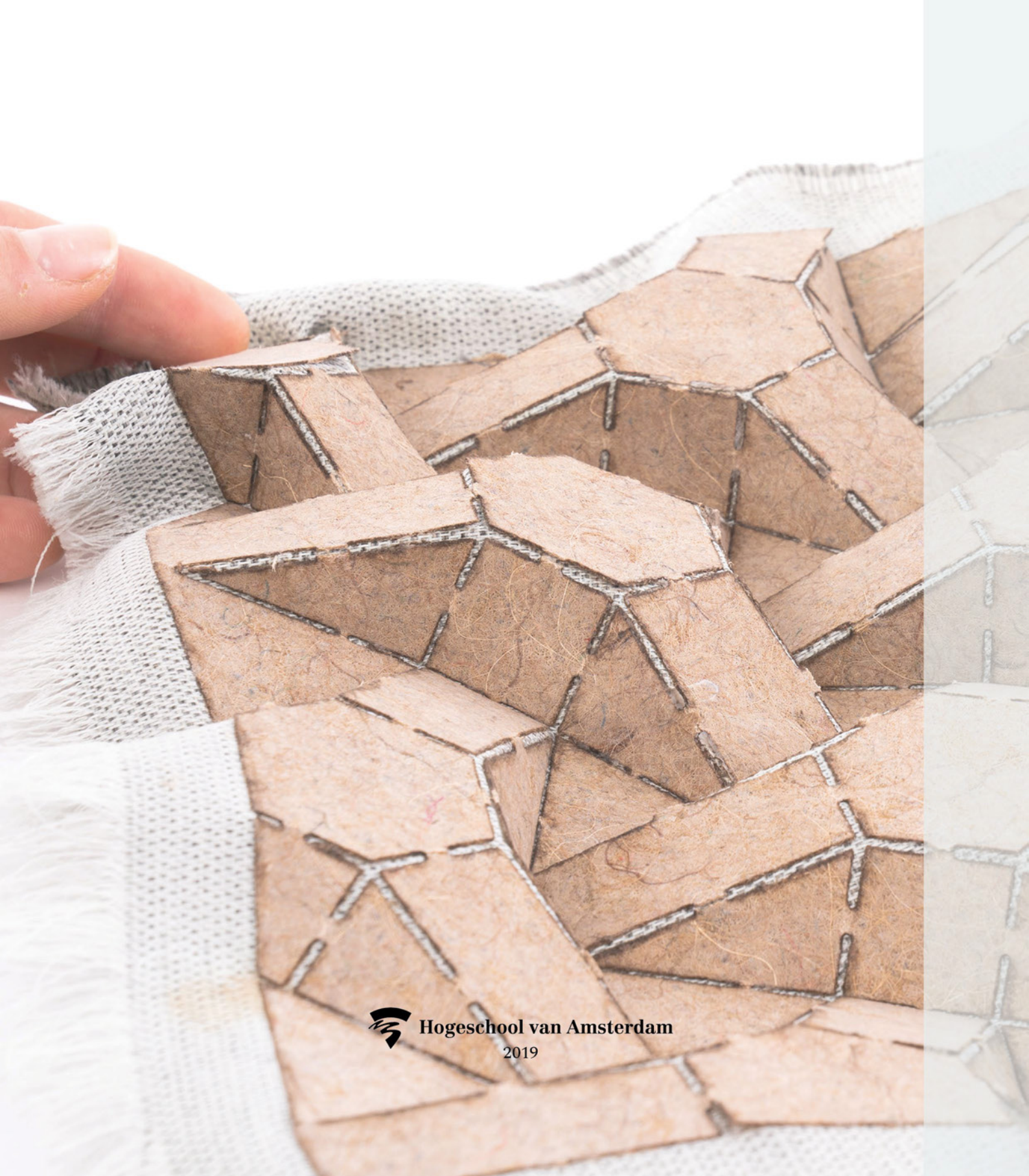
FME
POWERED BY DUTCH
TECHNOLOGY

Frankenhuis
creatief & verrassend helder

SAXION

Bibliografie

- Ashby, M.F. Evans, A. Fleck, N. Gibson, L.J. Hutchinson, J.W. Wadley, H.N.G. (2000). *Metal Foams: A Design Guide*, Butterworth Heinemann, Boston.
- Bakker, C. et al. (2014). Products that last – product design for circular business models. TU Delft.
- Beltrán, F.R. et al. (2017). Effect of simulated mechanical recycling processes on the structure and properties of poly(lactid acid), *Journal of Environmental Management*.
- Bocken, N. M. De Pauw, I. Bakker, C. & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308-320.
- Boons, F. & Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner production*, 45, 9-19.
- Buschmann, S. N. (2019). Using predominantly natural urban textile waste to develop a fire retardant prototype for a possible room divider for open plan offices.
- Fazelinejad, S. et al., (2017). Repeated Mechanical Recycling of Polylactic Acid filled with chalk, *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, Vol. 33 1-16.
- Geissdoerfer, M. Vladimirova, D., & Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of cleaner production*, 198, 401-416.
- Karana, E. et al. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences, *International Journal of Design*. doi: 10.1080/00927872.2017.1392540.
- Kraaijenbrink, J. Oskam, I. van Wegen, B. (2019). *Samen waarde creëren – Een gids voor open collaborative business modelling*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.
- Lepelaar, M. Nackenhorst, K. and Oskam, I. (2017). Exploring future applications of new materials made of textile waste combined biobased plastics, in *Proceedings of the 2017 International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials*. Delft.
- Lüdeke-Freund, F. Gold, S. & Bocken, N. M. (2019). A review and typology of circular economy business model patterns. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 36-61.
- Oskam, I. Cowan, K. Hoiting, L. & Souren, P. (2012). *Ontwerpen van Technische Innovaties - door onderzoeken, creatief denken en samenwerken*. Groningen: Noordhoff Uitgevers
- Oskam, I. Lepelaar, M. Jong, M. de & Kate, R. ten (2015). *Ontwerpen met Biobased Plastics*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam
- Peng Zhao; Chengchen Rao; Fu Gu; Jianzhong Fu. (2018). Close-looped recycling of polylactic acid used in 3D printing: An experimental investigation and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production Volume 197, Part 1, 1046-1055*.
- Perego, G., et al. (1996). Effect of molecular weight and crystallinity on poly(lactid acid) mechanical properties. *J. Appl. Polym. Sci* 59, 37-43.
- Pillin, I. et al. (2008). Effect of thermomechanical cycles on the physico-chemical properties of poly(lactid acid). *Polym. Degrad. Stab.* 93, 321-328.
- Stampfl, G. Prügl, R. & Osterloh, V. (2013). An explorative model of business model scalability. *International Journal of Product Development*, 18(3-4), 226-248.
- Saurabh Chaitanya et al. (2019). *Recyclability analysis of PLA/ Sisal fiber biocomposites*, *Composites Part B: Engineering*, volume 173.
- van Winden, W. & van den Buuse, D. (2017). Smart city pilot projects: Exploring the dimensions and conditions of scaling up. *Journal of Urban Technology*, 24(4), 51-72.
- Vogtländer, J.G. (2010). *A practical guide to LCA, for students, designers and business managers; Cradle-to-Grave and Cradle-to-Cradle, VSSD, Delft, 2010*. Zie: <https://www.vssdshop.nl/product/b018nl/>
- Zenkiewicz, M. et al. (2009). Characterisation of multi-extruded poly(lactid acid). *Polym. Test.* 28, 412-418.



Hogeschool van Amsterdam

2019