

Definiëren van het technische proces voor kunststofherwaardering

Introductie

Kunststofherwaardering verwijst naar het proces waarbij waarde wordt teruggewonnen uit kunststofafval door het te recyclen of opnieuw te gebruiken in nieuwe producten of materialen. Het technische proces voor de herwaardering van kunststof kan variëren, afhankelijk van het type plastic dat wordt geherwaardeerd, evenals de specifieke methoden die worden gebruikt voor herwaardering.

Hier is de lijst met de basisstappen, meer uitgewerkt in de beschrijving hieronder [1]:

1. **Recycling** (inzameling en sortering van kunststofafval, mechanische of chemische ontleding);
2. **Verwerking** (wassen, versnipperen, pelletiseren);
3. **Productie van de nieuwe producten** (smelten, injecteren ...).

Beschrijving

Laten we nu eens nader kijken naar elk onderdeel van het technische proces en wat de nuances zijn van het herwaarderen van de meest voorkomende soorten plastic die worden gebruikt in de industriële praktijk.

Recyclage

Recycling betekent het creëren van gesloten kringlopen van grondstoffen, met als doel plastic afval om te zetten in gerecyclede grondstoffen voor de productie van eindproducten zonder kwaliteitsverlies [2].

Mechanische recycling

Mechanische recycling is het proces van het behandelen van plastic afval zonder significante veranderingen in hun chemische structuur te ondergaan. Dit omvat sorteren, malen, zuiveren en herwaarderen om een duurzame grondstof te produceren, waardoor een nieuwe levenscyclus en doel voor het plastic ontstaat [2].

Deze recyclingmethode is bijzonder geschikt voor plastic monostromen, die meestal bestaan uit één type polymeer dat vaak gescheiden wordt ingezameld. Wanneer een product of verpakking echter meerdere soorten polymeren bevat, zijn mechanische technieken essentieel om een effectieve scheiding te garanderen [2]. Meer informatie over het mechanische recyclingproces, en ook de verwerkingsstap, is te vinden in kennisunit 3 *Hoe plastic afval om te zetten in producten*.

Chemische recycling

Bepaalde plastic resten, zoals die in verpakkingen van meerdere lagen en andere complexe kunststoffen, kunnen niet effectief worden gescheiden met behulp van mechanische technieken. In dergelijke gevallen komt chemische recycling om de hoek kijken om de grondstoffen terug te winnen [2].

In de afgelopen tijd heeft chemische recycling aanzienlijke vooruitgang geboekt. Deze methode omvat het gebruik van chemische processen om het plastic af te breken, te zuiveren en nieuwe polymeren te genereren [2]. Meer informatie over het chemische recyclingproces is te vinden in kennisunit 3 *Hoe plastic afval om te zetten in producten*.

Productie

- **Compounding**

Compounding vertegenwoordigt de laatste fase van het kunststofrecyclingproces, waarbij versnipperde of verkleinde kunststoffen worden omgezet in bruikbare producten voor fabrikanten. Het plastic wordt verkleind tot pellets, die vervolgens door fabrikanten worden gebruikt om verschillende plastic items te maken.

Toch kunnen niet alle soorten kunststoffen in één fabriek worden samengesteld. Daarom moeten recyclers het plastic naar andere recyclingfabrieken sturen voor deze laatste stap. Sommige bedrijven verwerken mogelijk niet alle soorten plastic en nieuwe soorten plastic kunnen worden geïntroduceerd naarmate het compoundingproces zijn voltooiing bereikt.

Een breed scala aan kunststofsoorten kan worden gerecycled, waaronder nylon, ABS, acetaal en polyethyleen [3].

Bij het kiezen van de meest geschikte kunststoffabrikant om mee samen te werken voor het maken van uw unieke kunststofcomponent of bij het kiezen van de technologie die u binnen uw eigen productieproces wilt gebruiken, moet u rekening houden met uw uiteindelijke productvereisten. Het proces van het vormen van kunststof onderdelen voor industriële, commerciële of medische doeleinden varieert afhankelijk van de gewenste vorm en de beoogde toepassing van het product [6].

Verschillende soorten technologieën en processen voor de productie van kunststoffen:

- **Kunststof extrusie**

Het proces van extrusie is vereist om continue lineaire, tweedimensionale vormen te produceren. In het plastic extrusieproces wordt het materiaal verwarmd en door een gevormde snede in een metalen plaat geduwd, waardoor een continue vorm wordt gevormd die vervolgens wordt uitgerekt en afgekoeld om te stollen. Deze lineaire producten kunnen na afkoeling in kunststof delen worden gesneden. Voorbeelden van dergelijke producten zijn industriële leidingen, buizen voor medische hulpmiddelen, synthetische filamenten, plastic rails, plastic folie en plastic drinkrietjes ([co-extrusie](#)) [5], [6].



Fig. 1 Plastic extrusion machine [5]

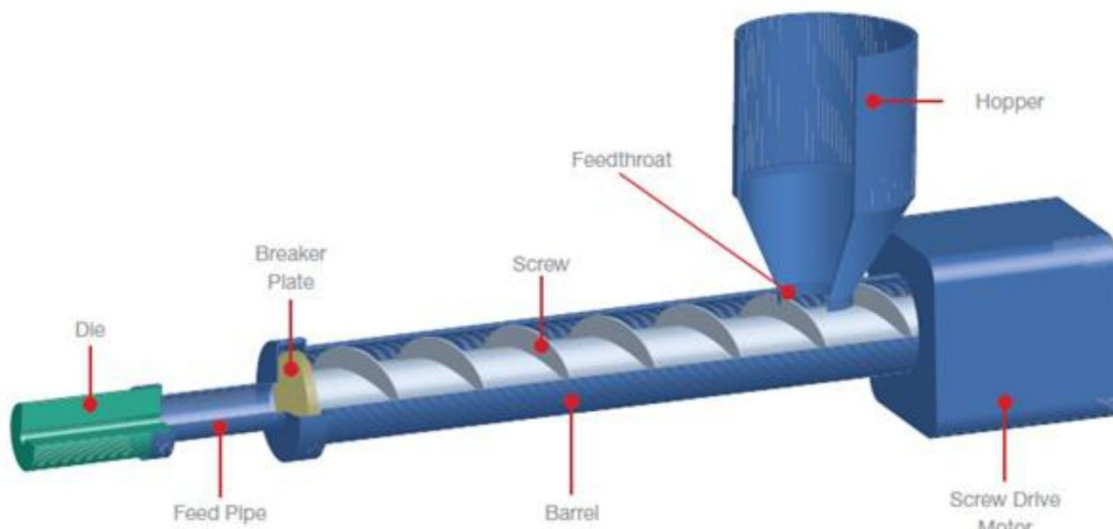


Fig. 2 Plastic extrusion technology [5]

- **Spuitsieten**

Spuitsieten resulteert in driedimensionale vormen die geen consistente parallelle lijn behouden.

Deze productietechniek is voornamelijk gebaseerd op de gesmolten spuitgietmethode. Het gaat om het vullen van een mal met verwarmde vloeistof, die vervolgens afkoelt tot een vast stuk dat uit de mal wordt uitgeworpen. Spuitsieten heeft hogere ontwerpkosten vanwege de complexe matrijs. Maar het resulteert in afgewerkte stukken zonder extra assemblage of verwerking.

Dit proces kan complexe doorsneden produceren, zoals multi-lumen buizen voor medische apparaten of voedselverwerking. Geëxtrudeerde materialen hebben gladde oppervlakken, waardoor nabewerking niet nodig is. Het is gunstig wanneer verschillende lengtes van dezelfde profielvorm nodig zijn. Door een voorraadproduct te creëren door middel van continue productie en indien nodig op lengte te snijden, worden de installatie- en ontwerpkosten voor vergelijkbare artikelen verlaagd.

Voorbeelden van producten die met deze methode zijn gemaakt, zijn schaakstukken, plastic kammen, plastic borden of bekers en driedimensionale vormen met openingen zoals plastic manden of kratten [4].



Fig. 3 Injection Moulding technology and plastic waste by Umelohmotne [14]

- **Blaasgieten**

Blaasgieten is een techniek die wordt gebruikt om holle plastic componenten zoals flessen en containers te produceren. Dit proces omvat het smelten van het plastic materiaal en het opblazen in een mal, waar het de vorm van de mal aanneemt. Na afkoeling wordt het kunststof deel uit de mal gehaald. Blaasgieten is een kosteneffectieve methode, vooral geschikt voor de productie van grote hoeveelheden holle kunststof onderdelen [7].

- **Rotatiegieten:**

Rotatiegieten is een techniek die wordt toegepast om grote, holle plastic onderdelen zoals tanks en speeltoestellen te produceren. Het proces omvat het verwarmen van een mal en het roteren rond twee loodrechte assen. Daarna wordt het plastic materiaal in de mal gebracht, waar het

smelt en zich hecht aan het oppervlak van de mal. Zodra de mal is afgekoeld, wordt het plastic deel uit de mal gehaald [7].

- **Thermovormen:**

Thermoforming is een methode die wordt gebruikt voor de productie van dunne, ondiepe plastic onderdelen zoals verpakkingstrays en deksels. Het proces omvat het verwarmen van een stuk plastic totdat het buigzaam wordt en het vervolgens over een mal vormen met behulp van vacuümdruk of mechanische kracht. Het kunststof deel wordt vervolgens afgekoeld en uit de mal gehaald [7].

- **3D printen**

3D-printen, ook wel additive manufacturing genoemd, omvat het laag voor laag construeren van een driedimensionaal object met behulp van een computerontworpen model.

In tegenstelling tot subtractieve productieprocessen, waarbij het uiteindelijke ontwerp uit een groter materiaalblok wordt gesneden, voegt 3D-printen materiaal toe om het 3D-deel op te bouwen, waardoor materiaalverspilling wordt verminderd. Het is zeer geschikt voor het produceren van ingewikkelde en op maat gemaakte items, waardoor het ideaal is voor rapid prototyping-doeleinden [8].



Fig. 4 3D printer [16]

Zie concrete voorbeelden van technische verwerking van vijf van de meest voorkomende soorten kunststoffen, ook gevisualiseerd in figuur 1.

Technisch proces voor de herwaardering van HDPE (High-Density Polyethylene) [9]:

- Inzameling en sortering: HDPE-afval wordt ingezameld en gesorteerd op type en kleur.
- Wassen en versnipperen: Het HDPE-afval wordt gewassen om eventuele verontreinigingen te verwijderen en vervolgens in kleine stukjes versnipperd.
- Pelletiseren: Het versnipperde HDPE wordt gesmolten en geëxtrudeerd tot kleine pellets.
- Productie: De HDPE-pellets worden gebruikt als grondstof voor de productie van nieuwe HDPE-producten zoals plastic zakken, plastic hout, plastic meubels.

Technisch proces voor de herwaardering van LDPE (Low-Density Polyethylene) [10]:

- Inzameling en sortering: LDPE-afval wordt ingezameld en gesorteerd op type en kleur.
- Wassen en versnipperen: Het LDPE-afval wordt gewassen om eventuele verontreinigingen te verwijderen en vervolgens in kleine stukjes versnipperd.
- Pelletiseren: Het versnipperde LDPE wordt gesmolten en geëxtrudeerd tot kleine pellets.
- Productie: De LDPE-pellets worden gebruikt als grondstof voor de productie van nieuwe LDPE-producten zoals plastic zakken, plastic films, composiethout, vuilniszakken en -voeringen, vuilnis- en compostbakken, lambrisering, verzendenveloppen en meubels.

Technisch proces voor de herwaardering van PET (polyethyleentereftalaat) [11]:

- Inzameling en sortering: PET-afval wordt ingezameld en gesorteerd op type en kleur.
- Wassen en versnipperen: Het PET-afval wordt gewassen om eventuele verontreinigingen te verwijderen en vervolgens versnipperd tot kleine vlokken.
- Recycling: De PET-vlokken worden gesmolten en geëxtrudeerd tot vezels of nieuwe flessen.
- Productie: De PET-vezels kunnen worden gebruikt om nieuwe producten zoals kleding en tapijten te produceren, terwijl de nieuwe flessen kunnen worden gebruikt om vloeistoffen opnieuw te verpakken.

Technisch proces voor de herwaardering van PP (polypropyleen) [12]:

- Inzameling en sortering: PP-afval wordt ingezameld en gesorteerd op soort en kleur.
- Wassen en versnipperen: Het PP-afval wordt gewassen om eventuele verontreinigingen te verwijderen en vervolgens in kleine stukjes versnipperd.
- Pelletiseren: Het versnipperde PP wordt gesmolten en geëxtrudeerd tot kleine pellets.
- Productie: De PP-pellets worden gebruikt als grondstof voor de productie van nieuwe PP-producten zoals auto-onderdelen, industriële vezels en verpakkingsmaterialen.

Technisch proces voor de herwaardering van polystyreen (PS):

- Inzameling en sortering: PS-afval wordt ingezameld en gesorteerd op soort en kleur.
- Wassen en versnipperen: Het PS-afval wordt gewassen om eventuele verontreinigingen te verwijderen en vervolgens in kleine stukjes versnipperd.
- Pelletiseren: De versnipperde PS wordt gesmolten en geëxtrudeerd tot kleine pellets.
- Productie: De PS-pellets worden gebruikt als grondstof voor de productie van nieuwe PS-producten zoals wegwerpbekers, verpakkingsmaterialen of isolatiematerialen.
- General Purpose Polystyrene (GPPS) en High Impact Polystyreen (HIPS) zijn waarschijnlijk de meest gebruikte PS-harsen voor spuitgieten [13].



Fig. 5 Building on Existing Specifications by Creating Recyclate Quality Target Specifications at an Application and Conversion Technology level [17]

In ieder geval raden wij u aan om uw behoeften en procedures te raadplegen met experts en ervaren bedrijven op het gebied van kunststofherwaardering.

Casestudy's & Voorbeelden

Het doel van het Umelohmotne-project is om recycling te populariseren. Eigenaren kunnen zelf designerstukken maken, zoals zeepbakjes, telefoonhoesjes, borstelbekers, klokken, vlinderdassen voor mannen, maar ook medailles voor hardlopers of stijlvolle glazen van gerecycled plastic.

Het bedrijf richt zich op het grote publiek, bedrijven en ondernemingen met een sterk accent op duurzaamheid en MVO-activiteiten. Hun producten zijn gemaakt van PP en HDPE, voorheen ook PET maar nu niet meer.

Productontwerp wordt intern gemaakt door de oprichters. Technologie is gepatenteerd en ontwikkeld door het lokale technologiebedrijf. De combinatie van kunststofversnipperaars en spuitgieters helpt Umelohmotne om plastic afval te verwerken en om te zetten in bruikbare designproducten. De eerste was een zeer ongelukkig experiment met gemalen PET-materiaal, dat je kunt vinden in PET-flessen met dezelfde naam. Er was veel rook en als gevolg daarvan een mooie maar perfect gebarsten plastic pannenkoek.

Tegenwoordig maken ze complexere dingen: iPhone-hoesjes, zonnebrillen, wandklokken, kommen, zeepbakjes en meer. Ze laten zich vooral inspireren door de Precious Plastic community, maar ook door vrienden die hen soms adviseren over wat ze graag van hen zouden willen zien.

Het productieproces begint met het reinigen en sorteren van plastic afval. Ze moeten af van papieren etiketten, lijm en eventueel overgebleven yoghurt of klei. Ze sorteren kunststoffen op

type en kleur. Op deze manier kunnen ze al in nutteloze stukken schrapen en opzij zetten voor later. Ze maakten de plastic shredder in de garage van een oude motor van een mixer.

Als ze bijvoorbeeld een telefoonhoesje willen maken, verwarmen ze hun spuitgietmachine tot 200 °C en gieten ze er gemalen plastic in. Na 15 minuten plaatsen ze de mal onder deze gigantische spuit en injecteren ze het gesmolten plastic erin. De mal kan onmiddellijk worden geopend, omdat de inhoud in een oogwenk stolt. Zij zullen het telefoonhoesje dat op deze manier met de hand is gemaakt verwerken en aan de andere toevoegen. Als het bij toeval niet lukt, kunnen ze het opnieuw malen en er een gerecht van maken.

Ze danken de kleurpatronen aan het toeval, het sorteren van kunststoffen en de verhouding van een of andere kleurencombinatie. Meestal mengen ze wat kleurtinten in het meest overvloedige wit. Bruinzwarte stukjes in potten die een kwarteleiteffect kunnen creëren, zijn populair. Aan de andere kant zien ijdele stukjes goudkleur van Nescafé en Woolite deksels er luxueus uit.

Ze bieden hun producten aan op een B2C-model en via directe verkoop, online verkoop (e-shop), tentoonstellingen en lokale markten, en hun sociale mediakanalen [14], [15].



Bronnen

Papers (press articles, guides, reports):

<https://endplasticwaste.org/en/our-stories/improve-plastic-packaging-circularity>

References

- [1] https://www.bpf.co.uk/sustainability/plastics_recycling.aspx#s2
- [2] <https://morssinkhofplastics.nl/en/recycling/>
- [3] <https://secondlife.earth/learning-center/complete-plastics-recycling-process>
- [4] <https://www.pbsplastics.com/what-is-the-difference-between-plastics-extrusion-and-injection-molding>
- [5] <https://www.pbsplastics.com/about/what-is-extrusion/>
- [6] <https://www.pbsplastics.com/extrusion-styles/coextrusion/>
- [7] <https://www.deskera.com/blog/plastics-manufacturing/#plastic-manufacturing-process>

- [8] <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-3d-printing>
- [9] <https://www.businesswaste.co.uk/your-waste/plastic-recycling/hdpe-recycling/>
- [10] <https://www.edlpackaging.com/blog/how-is-ldpe-film-recycled-after-its-used-for-secondary-packaging/>
- [11] <https://www.recycletheone.com/recycle-now/how-does-pet-plastic-recycling-work/>
- [12] <https://www.cadybag.com/polypropylene-recycling-process-introduction/>
- [13] <https://www.creativemechanisms.com/blog/polystyrene-ps-plastic>
- [14] <https://www.instagram.com/umelohmotne/?fbclid=IwAR3IJYU1NoP4ncXQOuN1yZ2i4cg8sGGpc26C7woP1ZMaR8sUzPWZH4X3H-M>
- [15] https://www.facebook.com/umelohmotne/about?locale=sk_SK
- [16] <https://learn3dfashion.com/2023/01/19/3d-printing-the-dawn-of-a-new-tech-age/>
- [17] <https://endplasticwaste.org/en/our-stories/improve-plastic-packaging-circularity>