

mLCA VERWERKINGSALTERNATIEVEN TEXTIEL

EINDRAPPORT
27 AUGUSTUS 2024



PROJECT

mLCA VERWERKINGSALTERNATIEVEN TEXTIEL

Doel	Vergelijken van verschillende verwerkingsalternatieven voor textiel
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer & Leefomgeving (WVL), Circulaire Economie en Afval. Rijkswaterstaat heeft dit uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Contact	Marco Kraakman - marco.kraakman@rws.nl
Uitgevoerd door Contact	SGS Search Consultancy nl.Search.LCA@sgs.com
Datum Status	27 augustus 2024 Eindrapport
Aantal pagina's	54 (exclusief bijlage)

Inhoud

1. INTRODUCTIE	4
1.1. Algemeen	4
1.2 Leeswijzer	4
1.3 Doel mLCA	4
1.4 Scope bepaling	4
2. MARKTANALYSE	6
2.1. Samenstelling post-consument textiel	6
2.2. Inzameling en sortering	6
2.3. Verwerkingstechnieken textiel	8
2.4. De invloed van kwaliteit op verwerking	12
2.5. Marktinitiatieven	13
3. LEVENSCYCLUS INVENTARISATIE	14
3.1. Mechanisch recyclen (open loop)	16
3.2. Mechanisch recycling (closed loop)	23
3.3. Chemisch recyclen	30
3.4. Hergebruik	35
4. MILIEUEFFECTBEOORDELING	40
4.1. Resultaten	40
4.2. Gevoeligheidsanalyses	49
5. CONCLUSIE EN DISCUSSIE	52
6. REFERENTIES	53
BIJLAGES	55
Bijlage A: Opbouw LCA model	55
Bijlage B: Midpoints mechanisch recyclen open loop katoen	63
Bijlage C: Midpoints mechanisch recyclen open loop blend	65
Bijlage D: Midpoints mechanisch recyclen open loop polyester	67
Bijlage E: Midpoint mechanisch recyclen closed loop katoen	69
Bijlage F: Midpoints mechanisch recyclen closed loop blend	71
Bijlage G: Midpoint mechanisch recyclen closed loop polyester	73
Bijlage H: Midpoints chemisch recyclen katoen	75
Bijlage I: Midpoints chemisch recyclen polyester	77
Bijlage J: Midpoints hergebruik katoen	79
Bijlage K: Midpoints hergebruik blend	81
Bijlage L: Midpoints hergebruik polyester	83

1. INTRODUCTIE

1.1. Algemeen

Dit rapport beschrijft de milieubeoordeling van meerdere initiatieven en innovaties voor de verwerking van textiel door middel van een multi-cyclus levenscyclusanalyse (mLCA).

In het kader van het project 'Hoogwaardige recycling' (binnen het programma Meer en Beter Recyclen) in opdracht van Rijkswaterstaat (RWS) werd de mLCA methodiek ontwikkeld. Het doel van een mLCA is om onderscheid te maken tussen meer en minder hoogwaardige recycling vanuit een milieuperspectief. In een mLCA wordt de milieu-impact ten gevolge van energie- en materiaalgebruik in recycleprocessen en de milieuwinst door vermeden productie van primaire grondstoffen en materialen door het gebruik van recyclelaaf, over drie levenscycli beoordeeld.

Er zijn in de markt meerdere initiatieven en innovaties voor de verwerking van textiel. In het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP3) is de minimumstandaard voor gescheiden ingezameld textiel recycling. Inzicht in de hoogwaardigheid van de verschillende technieken voor het verwerken van textiel is daarvoor van belang.

Rijkswaterstaat - Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL) heeft SGS Search gevraagd om allereerst de volgende vragen te beantwoorden:

1. Het formuleren van verwerkingsmogelijkheden voor textielmateriaalsoorten en daarbij behorende toepassingen voor het recyclelaaf.
2. Informatie vergaren over de beschikbaarheid van de verwerkingswijzen in Nederland, de potentie, de kosten en de impact op de kwaliteit van het materiaal van de verschillende verwerkingsvormen voor textiel.
3. Met behulp van de in het kader van het project Hoogwaardige recycling ontwikkelde methodiek, de verschillende (voorgenomen) verwerkingswijzen van hergebruik of hoogwaardige recycling met elkaar te vergelijken.

1.2 Leeswijzer

Een marktanalyse heeft geleid tot een eerste inventarisatie voor de scope bepaling en een overzicht van de stand van zaken van de huidige vormen van textiel verwerking. De resultaten van deze analyse zijn gepresenteerd in hoofdstuk 2. 'Marktanalyse'. Tevens is in dit hoofdstuk de selectie van processen voor uitwerking in de mLCA beschreven. De relevante verwerkingstechnieken zijn vervolgens uitgewerkt in hoofdstuk 3, 'Levenscyclus inventarisatie'. Resultaten van de daaruit volgende mLCA zijn opgenomen in hoofdstuk 4 'Resultaten'. Tevens worden in hoofdstuk 4 de resultaten geanalyseerd door middel van een zwaartepunt- en gevoeligheidsanalyse. In hoofdstuk 5. 'Conclusie en Discussie' zijn de belangrijkste bevindingen samengevat.

1.3 Doel mLCA

Met behulp van de, in het kader van het project Hoogwaardige recycling ontwikkelde, mLCA methodiek zijn verschillende (voorgenomen) wijzen van textielverwerking met elkaar vergeleken. De mLCA is uitgevoerd volgens LAP Bijlage F9.

1.4 Scope bepaling

In de mLCA is uitgegaan van door consumenten gebruikt (post-consument) textiel als de te verwerken stroom. Deze mLCA beperkt zich tot de verwerkingsmogelijkheden van de volgende drie materiaalsoorten:

- 100% polyester
- 100% katoen
- 50% polyester en 50% katoen blend

Het is bekend dat er veel meer materialen en blends in textiel gebruikt worden. Om het aantal scenario's te beperken is ervoor gekozen om enkel de drie eerdergenoemde materialen te berekenen. Aangenomen is dat deze drie materialen het meest toepast worden en een representatief beeld geven van het recyclen van textiel.

Verwerkingsmogelijkheden en bijbehorende toepassing van recyclaat (over meerdere cycli) worden in kaart gebracht voor:

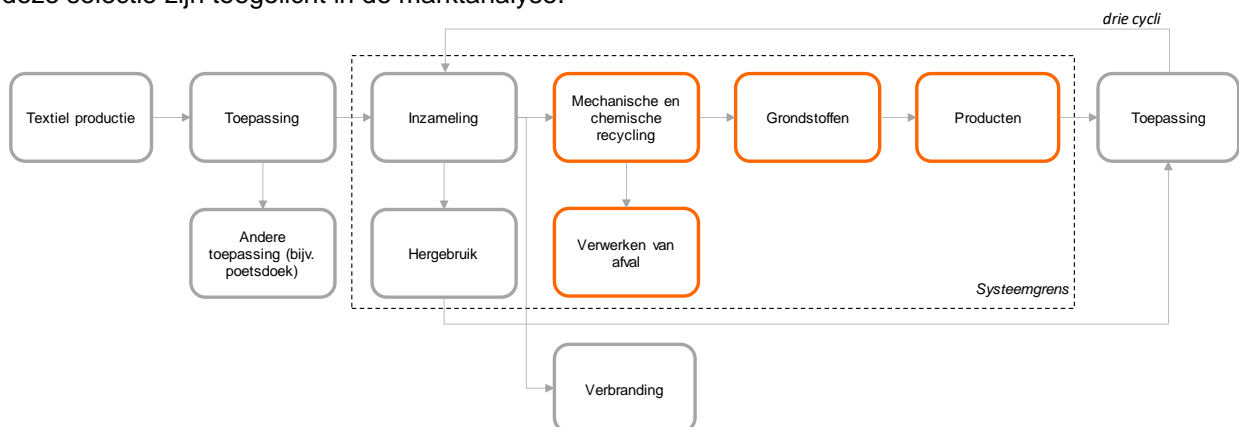
- Hergebruik
- Mechanische recycling – open loop
- Mechanische recycling – closed loop
- Chemische recycling

Hier geldt ook dat er verschillende producten gemaakt kunnen worden van recyclaat en dat het niet altijd duidelijk of en op welke wijze deze producten weer ingezameld worden. Daarnaast zijn er in een aantal gevallen, zoals chemisch recyclen, verschillende technieken mogelijk welke verschillende milieu-impacts kunnen hebben. Om het aantal scenario's te beperken zijn de berekeningen op een aantal vlakken veralgemeniseerd. De invloed van de belangrijkste onzekerheden is beoordeeld in gevoeligheidsanalyses.

De verklaarde eenheid in de mLCA is de verwerking van 1 ton ingezamelde afgedankte textiel. De mLCA methodiek volgend worden hierbij de uit verwerking verkregen materialen beschouwd en indien relevant worden ook de tweede en derde recyclingcyclus beoordeeld.

Het systeem, ofwel de start van deze levenscyclusanalyse, begint bij reeds ingezameld textiel. Er wordt enkel uitgegaan van post-consumert textiel dat ingezameld is via textielcontainers. Pre-consumert of post-industrieel textielafval zijn uitgesloten.

Figuur 1 laat een schematisch overzicht zien van de levenscyclus van textiel en waar de systeemgrenzen liggen voor de mLCA. De in het figuur vermelde recyclemethodes en de reden voor deze selectie zijn toegelicht in de marktanalyse.



Figuur 1 Schematisch overzicht van het systeem

2. MARKTANALYSE

2.1. Samenstelling post-consument textiel

Textiel bestaat uit stoffen die gemaakt zijn van vezels en garens van synthetische en natuurlijke grondstoffen, zoals polyester, nylon, viscose, wol en katoen. Textiel wordt gebruikt in diverse toepassingen, zoals bijvoorbeeld in kleding, woontextiel, huishoudtextiel en meubilair maar ook in verschillende toepassingen in de landbouw en industrie [1, 2].

Per gemeente en textielinzamelaar zijn er (kleine) verschillen in welke soorten textiel consumenten kunnen inleveren in de textielcontainers. In het LAP is een ‘welles-nieteslijst’ opgenomen voor gemeenten en textielinzamelaars, waar ze zich aan kunnen houden voor de inzameling van textiel in textielcontainers:

- Kleding: Broeken, rokken, jurken, dassen, hemden, hoeden, petten, jacks, jassen, kousen, onderkleding, pyjama's, sokken, stropdassen, truien, T-shirts, zwemkleding en vesten.
- Schoeisel: gympen, laarzen, sandalen, sport- en wandelschoenen.
- Beddengoed: Dekbedovertrekken, kussenslopen, lakens, dekens.
- Woontextiel: Gordijnen, vitrages, handdoeken, washandjes, knuffels, lappen groter dan 25x25cm, poetsdoeken, servetten, tafellakens, theedoeken, tassen, riemen [3].

In dit onderzoek worden schoeisel en riemen buiten beschouwing gelaten.

2.2. Inzameling en sortering

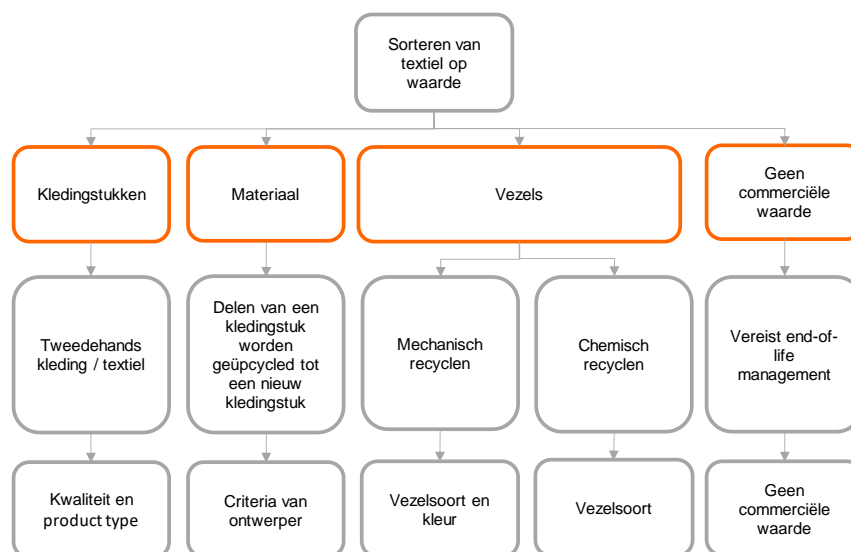
2.2.1. Inzameling

In Nederland zijn gemeenten verantwoordelijk voor het inzamelen van huishoudelijk textiel, wat vaak gaat via onder-of bovengrondse inzamelingscontainers of via zakken (aan huis). De gemeente zelf haalt het textiel op of de inzameling is aan een extern bedrijf uitbesteed. Naast gemeentelijke inzameling wordt er ook een deel door kringloopwinkels en kledingwinkels verzameld [1].

Na inzameling voeren inzamelbedrijven soms zelf een grove sortering uit. Een deel van het textiel wordt door inzamelaars opgeschoond en ongesorteerd in balen verkocht aan een sorteerdere die de fijne sortering van het textiel uitvoeren [1].

2.2.2. Sortering

In Nederland zijn ongeveer tien sorteerbedrijven die het textiel sorteren in verschillende groepen voor verdere verwerking. Er wordt onderscheid gemaakt in vier categorieën waarin het textiel gesorteerd wordt. In Figuur 2: Sorteren van textiel zijn de categorieën weergegeven en wordt aangegeven hoe de sortering van textiel invloed heeft op de verwerking [1, 2]. De volgende categorieën zijn hierin opgenomen: kledingstukken; materiaal; vezels; en geen commerciële waarde.



Figuur 2: Sorteren van textiel [4]

De belangrijkste uitdaging bij het sorteren van post-consument textiel is dat het uit verschillende soorten vezels bestaat. Bovendien variëren deze vezels in structuur en samenstelling (Polyamide, PET, PA, PP, PE etc. en blends daarvan), grootte en dichtheid. Iedere vezelsoort wordt met verschillende kleurstoffen en finish chemicaliën behandeld (geverfd, afgewerkt en bruikbaar gemaakt). Dat maakt het sorteren en recyclen van textielafval van onbekende samenstelling moeilijk en met huidige recyclingtechnieken, op dit moment, bijna onmogelijk [2, 4].

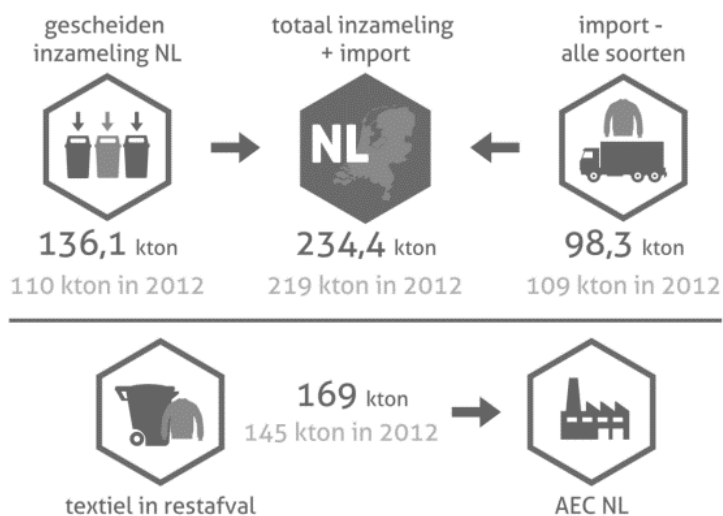
Er is een sorteermachine voor post-consument textielafval ontwikkeld. Deze machine herkent de materiaalsamenstelling met een infrarood en RGB camera systeem [2] en kan verschillende soorten textiel beter scheiden ten behoeve van recycling. Deze techniek is echter op dit moment nog in ontwikkeling.

2.2.3. Massabalans inzameling Nederland

In 2018 werd er 305 kton textiel en schoeisel afgedankt. Dat staat gelijk aan 17,7 kilo textiel per inwoner. Tussen 2012 en 2018 steeg het gewicht aan afgedankt textiel per inwoner met 17%. Van de 305 kton afgedankt textiel werd 44,6% (136,1 kton) gescheiden ingezameld en kwam 55,4% in het restafval terecht [5]. Figuur 3 geeft de massabalans van het ingezamelde en geïmporteerde textiel weer. Daarin is te zien dat het grootste deel van het textiel af was gedankt via restafval (169 kton). Textiel in restafval werd verbrand met energietेरugwinning in afvalverbrandingsinstallaties [5].

In Figuur 3 is ook weergegeven dat er in Nederland 136,1 kton textiel werd gescheiden [5]. Dit gescheiden ingezameld textiel komt via drie wegen binnen, namelijk:

- 46% via inzamelbedrijven;
- 32% via kringloopbedrijven;
- 22% via (gemeentelijke) afvalbedrijven.



Figuur 3 Massabalans 2018 voor het totaal van ingezameld en geïmporteerd textiel [5]

In Nederland wordt 86% van al het gescheiden ingezamelde textiel opnieuw ingezet: 53% voor hetzelfde doel als het product gemaakt is (hergebruik) en 33% als grondstof voor een ander textielproduct (recycling). De overige 14% van al het gescheiden ingezamelde textiel is nat/vies textiel dat wordt verbrand.

De meeste afzet van het in Nederland ingezamelde, afgedankte textiel gaat naar het buitenland (110,4 kton) en de rest blijft in Nederland (21,5 kton) [5]. De route die de textiel fracties belopen zijn deels bekend. Herbruikbaar textiel en schoenen worden in Nederland voornamelijk verkocht via kringloopwinkels [5].

Uit de sorteeraanlyse van het huishoudelijk afval blijkt dat ongeveer 32% van het textiel, wat bij het restafval terecht komt, geschikt zou zijn geweest voor recycling en 24% geschikt is voor hergebruik [6]. Echter om dit mogelijk te maken moet dit textiel wel gescheiden worden ingezameld en aangeboden [1].

2.3. Verwerkingstechnieken textiel

Textiel kan op twee manieren worden verwerkt, na de inzameling en sortering van het textiel. De manieren zijn [1]:

- Hergebruik. Ongeveer de helft van het ingezamelde textielafval is herbruikbaar in dezelfde toepassing.
- Recycling. Textiel dat niet geschikt is voor hergebruik kan geschikt zijn voor recycling van het materiaal.

Recycling is onder te verdelen in mechanische recycling en (bio-)chemische recycling. Niet alle methoden zijn voor alle vezels geschikt en soms zijn er beperkingen. In de volgende paragrafen zijn de verschillende technieken beschreven met daarbij de vereisten voor het textielafval en de mogelijke belemmeringen [1, 2].

2.3.1. Hergebruik

Hergebruik van textiel is sterk afhankelijk van de kwaliteit van het afgedankte textiel [13]. Alleen de beste kleding uit de inzameling is bestemd voor de tweedehandsmarkt. Daarmee genereren de partijen zoals inzamelaars en sorteersers hun omzet. Door middel van sortering worden her te gebruiken kledingstukken geselecteerd. Vervolgens worden deze zonder verder bewerking verkocht.

2.3.2. Mechanische recycling

Techniek

Bij mechanische recycling wordt het post-consument textiel verwerkt tot vezels. Dit proces begint door eerst het textiel te sorteren op kleur en materiaaltype. De voorgesorteerde kleur is vaak de kleur van het eindproduct [2], de kleur van het eindproduct kan ook bepaald worden als de herwonnen vezels worden gesponnen met gekleurd plastic [14]. In het recycleproces wordt het afval in stukjes gehakt en door een vervezelmachine verder uiteengerafeld tot losse vezels. De vervezelmachine gebruikt trommels met pinnetjes die ronddraaien en zo het textiel 'scheuren'. De pinnetjes worden steeds fijner, hierdoor kunnen steeds kleinere stukken textiel gemaakt worden en uiteindelijk wordt het tot vezels verwerkt. Een vervezelmachine kan tussen de vier en acht trommels hebben [2].

Op basis van zwaartekracht kunnen in de vervezelmachine ook accessoires als knopen of ritsen verwijderd worden. Dit kan alleen niet met accessoires waarvan het soortelijk gewicht vergelijkbaar is met het textiel afval, zoals etiketten. Het is wel belangrijk om etiketten en dergelijke te verwijderen: het is namelijk (vaak) gemaakt van een afwijkend materiaal en een afwijkende structuur, dit zorgt dan voor vervuiling in de herwonnen vezelmasse [2].

De structuur van het textiel is ook belangrijk, omdat het vezelproces is het meest succesvol als het textiel dezelfde structuur heeft. Dan kan de machine zo ingesteld worden dat het textiel niet te ver of niet ver genoeg wordt vervezeld. Een goede selectie en sortering vooraf zorgt ervoor dat er een uniforme partij textielafval worden vervezeld [2].

Mechanische gerecyclede garens zijn kort. De sterkte van de stof wordt na de productie getest, veelal door intensief wassen. Het proces omvat snelheid, hoge temperaturen en het gebruik van zeep, allemaal schadelijke processen voor het textiel en dat beïnvloedt de sterkte van de stof. Het testen op pilling en treksterkte zijn het meest kritisch.

Closed loop

Closed loop recycling refereert naar toepassingen van vezels die binnen de textielindustrie weer worden toegepast. Voor textiel kan dit alleen als de herwonnen vezels lang genoeg zijn (gemiddeld > 15 mm, laag percentage < 10 mm) en er geen garen- of doekresten in het materiaal zitten [2].

Door het vervezelen van het textiel bij de mechanische methode, worden de vezels in het garen korter. Korte garens zorgen voor een lagere kwaliteit van het eindproduct. Daarom wordt er in het proces (bijna) altijd een bepaald percentage nieuwe vezels toegevoegd om het garen sterk genoeg te maken. Voor katoen geldt dat het kan bestaan uit ongeveer 10-30% gerecyclede katoen en de rest van ander materiaal om het textiel te verstevigen, zoals polyester, nieuw katoen of (gerecyclede) PET [14].

Openloop

Openloop recycling refereert naar toepassingen van vezels die buiten de textielindustrie weer worden toegepast. Als de lengte van de vezels te kort is kunnen de vezels niet meer toegepast worden in de textielindustrie maar wel als non-wovens in andere industrieën bijvoorbeeld als geluid- en thermische isolatiematerialen.

Belemmeringen

Een aantal factoren belemmeren de mechanische recycling, dit zijn [2]:

1. Structuur van het textiel. Open structuren van textiel, zoals bij gebreide materialen, kunnen beter worden vervezeld dan textiel met een strakkere structuur, zoals geweven materialen.
2. Elastaan. Elastaan is lastig te verwerken, dit komt omdat elastaan in de kern van garen zich bevindt. Elastaan knapt los in het vervezelingsproces, en daarbij ook de vezels die aan het elastaan vastzaten. Dit bolletje vezels laat zich dan bijna niet meer verder vervezelen. Om dit te voorkomen kan elastaan uit het textiel worden gehaald door een oplosmiddel als aceton. Dit wordt, echter, nog niet op grote schaal gedaan. De prijzen voor gerecyclede vezels zijn nog te laag om het economisch aantrekkelijk te maken.
3. Finishes en coatings. Een finish of coating op textiel heeft een nadelig effect op mechanisch recycling. De vezels van het textiel zitten vaak gekleefd aan de finish of coating, die kan niet mechanisch verbroken worden zonder de vezels ernstig te beschadigen. In de praktijk wordt dit textiel eruit gesorteerd en afgevoerd (voor verbranding).
4. Getwijnde garens. Als fijne garens sterk worden getwijnd (zoals linnen om het textiel stug te maken), dan is het moeilijk om de vezels weer goed uit elkaar te halen. Als fijne garens grof worden gebruikt, zoals in gebreide artikelen, dan kan het mechanisch een stuk beter vervezeld worden. De vezels blijven dan ook beter intact.
5. Accessoires. Veel textielaccessoires kunnen d.m.v. zwaartekracht in het vervezelproces verwijderd worden, zoals knopen of ritsen. Andere accessoires kunnen niet verwijderd worden en hebben een nadelig effect op de kwaliteit van de vezels, zoals prints op een T-shirt en etiketten. Prints, vooral PVC-plastisol prints, zetten zich vast in de vezelmasse als ze zijn weegemaakt, dit beïnvloedt de kwaliteit van de vezels. Labels of etiketten beïnvloeden de vervezeling nadelig vanwege hun afwijkende structuur en kleur.
6. Flock. Flock staat voor materiaal dat gemaakt is van verschillende lagen van diverse materialen, zoals donsassen. Afhankelijk van de samenstelling kunnen hier vezels uit gewonnen worden. Vaak is het materiaal echter niet goed te verwerken: lichtere materialen komen bijvoorbeeld in de luchtfilters van de vervezel machine terecht wat voor verstoppingen zorgt. Deze materialen worden dan ook afgevoerd.

De techniek is nog niet zo ver dat hoogwaardige producten tegen lage kosten en op grote schaal gemaakt kunnen worden. Naast de hogere prijs en de lagere kwaliteit van mechanisch gerecyclede vezels is ook de recyclebaarheid een uitdaging door mogelijke aanwezigheid van chemische overblijfselen uit eerdere verwerkingsprocessen [4].

Katoen

Katoen kan gebruikt worden in closed loop recycling. Van afgedankt katoen kan bijvoorbeeld weer nieuwe kleding, handdoeken, beddengoed, dekens, dweilen, etc. gemaakt worden [2]. Aangezien de gerecycleerde vezels van uit katoen vervaardigde textiel korter zijn, kunnen zij worden gemengd met industrieel textielafval om een sterker garen te verkrijgen [14]. Er kan wel 100% katoenen textiel gemaakt worden van gerecyclede katoen, alleen wordt er dan primaire katoen toegevoegd bij mechanische recycling. Het gebruik van primair materiaal bij mechanisch gerecycled katoen is onvermijdelijk, 10-30% afgedankte katoen kan maar gebruikt worden in het spinnen van nieuwe garens. Dus de overige 90-70% is ander materiaal, zoals primair katoen [14].

Katoen kan maar een beperkt aantal keren mechanisch gerecycled worden omdat in het vervezelproces de vezels steeds korter worden. Te korte vezels (< 10 mm) kunnen meestal niet meer in de textielindustrie worden verwerkt. Deze vezels kunnen nog wel gebruikt worden in de papierindustrie [2]. Ook kan katoen gebruikt worden voor verschillende toepassingen van non-woven vilt zoals:

- Automobiellindustrie: o.a. binnenzijde autodaken, dashboard, deurpanelen.
- Witgoed: o.a. isolatie van wasmachines, vaatwassers, aircosystemen.
- Drainage: filtermateriaal voor drainagesystemen.

Een aantal technische aspecten die belangrijk zijn voor de haalbaarheid van het mechanisch recycelen van katoen zijn [12]:

- De beschikbare (industriële) machines (uitrafelmachines) die gebruikt kunnen worden;
- De vezellengte, homogeniteit van de afvalstroom en afwezigheid van harde punten;
- Onderscheid tussen huishoudelijk en industrieel gewassen textielmaterialen. Bij industrieel gewassen katoenstof verslechtert het materiaal, waardoor het mechanisch recycelen zinloos wordt. Deze stroom kan beter chemisch gerecycled worden. Huishoudelijk katoenstof kan wel geschikt zijn voor mechanisch recycelen. Het sorteerproces is hier wel een economische en technische uitdaging, omdat de staat van degradatie is geen eenvoudige en snel meetbare parameter.

Polyester

Polyester is een stof die eerst ook wordt vervezeld. Na het vervezelen wordt het polyester geëxtrudeerd, waarbij het polyester wordt gesmolten en door kleine openingen van een splijplaat wordt gestuwd om continue filamenten te vormen in de vorm van semi-vaste polymeren (polyester pellets). Van de polyester pellets wordt er door compounding polyester korrels gemaakt. En deze korrels kunnen dan samen met primair polyester (50/50) tot garen gemaakt worden [10, 2].

Blend van katoen en polyester

Mechanische textiel recycling is de meest gekozen industriële route om de blend katoen/polyester te recycelen. Dit levert vezels op die weer verspinbaar zijn. De afvalstromen moeten wel homogeen zijn om dit te bereiken. Bij huishoudelijk textiel afval van een blend katoen/polyester is het dus belangrijk om eerst te sorteren, om de afvalstroom te homogeniseren. Bij industrieel textielafval van katoen/polyester wordt vooral het polyester gerecycled, omdat katoen te beschadigd is door het industrieel wassen om nog gerecycled te worden. Daarbij kunnen overschotten uit winkels een interessante stroom zijn voor mechanische recycling [12].

2.3.3. Chemische recycling

Chemische recycling verwerkt textielafval door middel van chemische processen in nieuwe grondstoffen en vervolgens vezels, waarvan garens gesponnen worden.

Chemische recyclingstechnologieën beloven dat er een vezel verkregen kan worden dat vergelijkbaar is met een nieuwe vezel. Omdat chemische recyclingstechnologieën nog niet op industriële schaal opereren maar op lab- en pilot schaal, is er nog weinig bekend over de kwaliteit van het chemisch gerecyclede garen. Bij chemische recycling kan er wel een mix aan gekleurd textielafval verwerkt worden omdat in de meeste gevallen tijdens het proces de kleur eruit gefilterd wordt. Producten dienen vervolgens weer opnieuw gekleurd worden, waarvoor weer water en verf nodig is [16].

Er zijn verschillende mogelijke chemische recyclingstechnieken: depolymerisatie, solvolyse, pyrolyse en vergassen.

Depolymerisatie

Depolymerisatie brengt polymeren in de vezel terug tot monomeren of kortere ketenlengtes. Monomeren zijn bouwstenen van het polymeer en kunnen na zuivering weer opnieuw als bouwsteen worden gebruikt [2]. Eerst wordt het textiel in kleinere stukken versnipperd. Door middel van thermische processen, zuren en alkalische hydrolyse kunnen polyamiden, polyesters of cellulose gedepolymeriseerd worden [17]. Na depolymerisatie kunnen synthetische vezels weer tot pellets gevormd worden. De pellets kunnen net als andere plastic pellets weer tot verschillende producten verwerkt worden. Plantaardige cellulosevezels, zoals katoen, kunnen ook opgelost of gedeeltelijk afgebroken worden, en vervolgens verwerkt worden tot viscose [4].

Bij depolymerisatie zijn er wel enkele belemmeringen. Er is voldoende grondstof nodig. Daarbij moet die grondstof ook relatief puur zijn (<10% verontreiniging). Daarnaast is er veel energie nodig in het proces en zijn er maar weinig recycle fabrieken die depolymerisatie toepassen, dus er is op dit moment een lange transport afstand inbegrepen die het proceseconomisch gezien minder rendabel maakt [2].

Solvolyse

Solvolyse is een techniek waarbij kunststof in een oplossing gebracht wordt (door middel van een oplosmiddel). Doordat de andere stoffen daarna neerslaan (precipitatie) kan de stroom weer zuiver teruggewonnen worden, waarin polymeren intact blijven. Daardoor hoeft er geen polymerisatie meer plaats te vinden na het oplossen. Oplossen heeft als nadeel dat er energie gebruikt wordt in het proces [17].

Pyrolyse

Pyrolyse is een vorm van chemische recycling waarin de stof door verhitting in afwezigheid van zuurstof wordt gesplitst. Het proces kan verschillen, afhankelijk van de samenstelling van het materiaal, de verblijftijd, temperatuur en katalysatoren [17].

Vergassen

Vergassen is een proces waarbij het afval met een kleine hoeveelheid zuurstof wordt verhit. Er ontstaat hieruit bijvoorbeeld aromaten, monomeren en syngas. Vergassen heeft als nadeel dat er energie verloren gaat in het proces [17].

In de volgende paragrafen worden chemische recycling van de verschillende textielsoorten beschreven.

Katoen

Chemische recycling van katoen resulteert in 'man-made' cellulose vezels. Chemische katoen recycling biedt een mogelijkheid waarbij katoencellulose in de textiele keten weer opnieuw kan worden toegepast [2].

In dit proces wordt afvalkatoen eerst zo goed mogelijk gereinigd en ontdaan van kleurstoffen en finishes. Ontkleuring en het verwijderen van finishes is nodig om het recycling proces goed te laten verlopen en een hoogwaardig eindproduct te verkrijgen. Er wordt veel onderzoek gedaan om de verwijdering van kleurstoffen en finishes te optimaliseren op het gebied van efficiency, kosten en milieueffecten [2].

Vervolgens kan de katoen worden opgelost en kan de polymerisatiegraad aangepast worden. Het cellulose-polymeer uit katoen is te lang (2-3 keer langer dan cellulose uit hout) en daardoor wordt een viskeuze oplossing verkregen, waarin de concentratie cellulose te laag is voor het spinproces. Door de polymerisatiegraad te verminderen neemt de viscositeit af en kan de concentratie cellulose in de oplossing worden vergroot. De polymerisatiegraad kan worden gestuurd door middel van een gecontroleerd proces met zuur en/of enzymen. Op deze wijze wordt een bruikbare oplossing van cellulose verkregen die volgens het nat-spin proces kan worden gesponnen tot eindeloze filamenten. Deze filamenten kunnen worden geknipt, zodat een stapelvezel wordt verkregen, die op normale katoen-wijze kan worden gesponnen tot een garen. Het oplosmiddel wordt teruggewonnen [2].

Om katoen chemisch te kunnen recyclen is het belangrijk dat het materiaal zuiver is, dat betekent dat de kleurstoffen en finishes in het proces verwijderd moeten zijn, wat extra moeite, milieubelasting en kosten met zich meebrengt. Uiteindelijk wordt het katoen afval verwerkt tot een viscoze-achtige textiele vezel. Dit proces is op dit moment enkel operationeel op pilotschaal [2].

Polyester

Chemisch recyclen van polyester gebeurt middels depolymerisatie. In dit proces wordt polyester afgebroken, gezuiverd en tot pellets verwerkt waar weer garens van gemaakt kunnen worden. Bij depolymerisatie van polyester kan door het verwijderen van vervuiling en kleurstoffen de kwaliteit van nieuw materiaal verkregen worden. Echter is het belangrijk dat het materiaal geen elastaan of coatings bevat. De chemische structuren van polyester, elastaan en coatings lijken te veel op elkaar en kunnen moeilijk gescheiden worden [2].

Blend van katoen en polyester

Chemisch recyclen van een blend van katoen en polyester kan op twee manieren: door polyester uit de blend te halen of andersom. Voor het verwijderen van polyester wordt een katalysator gebruikt voor de selectieve afbraak van PET-vezels. Vervolgens worden de PET-vezels volledig afgebroken tot een gezuiverd monomeer. Van de monomeren kan 85% gebruikt worden voor repolymerisatie. Van het katoen blijft 95% over met behoud van de oorspronkelijke structurele integriteit [19].

Om katoen uit de blend te halen zijn er verschillende opties: het gebruik van zuren, gesmolten zouten, en schimmels. Met zuren wordt het katoen volledig ontleed en blijft het polyester nog intact. Zo kan het polyester weer opnieuw gebruikt worden in textiel, maar het katoen niet [20].

Door het gebruik van ioniserende vloeistof kan katoenafval volledig opgelost worden om te worden verwerkt tot continue filamenten. Voorbehandeling met zuren (zoals hydrolyse) is wel nodig om het katoen spinbaar te houden [21].

Daarnaast kan de glucose uit katoen ook teruggewonnen worden door stoffen van schimmels en/of enzymen, zoals cellulase. Dit proces zorgt ervoor dat het polyester in de mix onaangetast blijft en het weer hergebruikt kan worden. De glucose van het katoen kan verder gefermenteerd worden tot bijvoorbeeld ethanol [22]. Dit zijn echter allemaal initiatieven die alleen nog op lab en pilotschaal getest zijn.

2.4. De invloed van kwaliteit op verwerking

2.4.1. Kwaliteit van kleding

De kwaliteit van het afgedankte textiel is van invloed op de kwaliteit van het product waarin het wordt toegepast. Over het algemeen leidt het hergebruiken of recyclen van afgedankt materiaal van hogere kwaliteit tot betere specificaties. De materiaalspecificaties per verwerkingstechniek worden uitgelegd in paragraaf 2.4.2. Onder kwaliteitseisen vallen de volgende twee onderwerpen: chemische samenstelling (verontreiniging) en vezelkwaliteit (lengte).

De kwaliteit van textiel is in de laatste jaren gedaald door *onder andere* bedrijfsvoering in de kledingindustrie. Grootwinkelbedrijven hebben een groeistrategie in een verzadigde markt, waardoor ze veel moeten afzetten tegen lage prijzen om winst te maken [7]. Kledingstukken van dergelijke grootwinkelbedrijven zijn daardoor niet gemaakt voor veelvoudig gebruik. Het textiel gaat sneller kwalitatief achteruit door vervorming, verkleuring, het ontstaan van gaten en het vezelverlies. Dit is dan ook een reden dat er wordt gekeken naar uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (UPV) om de kwaliteit van kleding te verbeteren. Naast de producent heeft ook de consument een invloed op de kwaliteit van het afgedankte textiel door de wijze waarop zij het behandelen [1].

2.4.2. Kwaliteit van inzameling

Het verzamelen van textiel heeft een grote impact op de rest van de verwerking van het textielafval: nat en vervuild textiel wordt vaak niet gerecycled of hergebruikt.

Gemeenten zijn nog niet verantwoordelijk voor sortering en verwerking van textiel; de invloed die zij hebben op de processen na inzameling is daarom nog beperkt. Zoals eerder benoemd zijn gemeentes er vrij in om de inzamelingsstructuur te bepalen, echter dit brengt voor- en nadelen met zich mee. De voordelen zijn dat gemeenten de inzamelmiddelen en hun wensen met de inzameling en sortering kunnen afstemmen op hun eigen situatie. Ook kunnen ze zo ervaringen, methodes, kosten en resultaten delen en vergelijken. Een nadeel is dat de diversiteit aan methodes van verzamelen kan leiden tot een wisselend aanbod in kwaliteit van textiel. De waarde van het textiel en de mogelijkheid tot hergebruik en hoogwaardig hergebruik verschilt daarmee ook [1].

Onder vervuild textiel wordt gerekend [1, 4]:

1. Textiel-gebonden: nat en vies textiel;
2. Textiel-vreemd: aanwezig afval dat bij textiel terecht komt, maar dat niet uit textiel bestaat;
3. Proces verstorend: textiel dat qua omvang of vorm kan leiden tot verstopping van de sorteerband en zo de voortgang van het sorteerproces hindert;
4. Overig: textiel waarin andere materialen zijn verwerkt.

De inzameling en verwerking van gebruikt textiel wordt voor een deel financieel gedragen door de verkoop van goed (her)draagbare kleding en textiel op tweedehandsmarkten wereldwijd. Er zal een stijging blijven in het ingezamelde textiel door de hoeveelheid textiel dat grootwinkelbedrijven verkopen en de toename aan inzamelingsinitiatieven en -verplichtingen [1, 2].

Echter is er in Nederland al veel afgedankt textiel [8]. Hierdoor daalt de prijs en is het moeilijker een business case te maken voor de tweedehandsmarkt of de recycling branche [9, 10]. Pas wanneer consumenten minder nieuwe kleding kopen en kleding langer gebruiken, zal de hoeveelheid slinken. De ontwikkeling van recyclingtechnieken, en hogere kwaliteit van gerecycled materiaal, geeft gerecyclede materialen een hogere waarde. Hiermee kan de business case voor recyclers eerder sluitend gemaakt worden. Op dit moment is recycling vaak nog niet winstgevend, en mogelijk op dit moment duurder dan kledingproductie uit primaire grondstoffen [11].

De business case voor recyclers verandert ook door de daling van de kwaliteit van kleding. Daardoor is er een lager aandeel goede tweedehands kleding en zijn de inkomsten van de verkoop onvoldoende om de kosten van inzameling, handmatig sorteren en recycling te dekken. Daarom is het essentieel dat er nieuwe markten voor gerecyclede vezels ontwikkeld worden en de bestaande markten voor tweedehandskleding behouden blijven. Het goed functioneren van de tweedehands markt is belangrijk om inzameling en sorteren van kleding goed te kunnen regelen [2].

2.5. Marktinitiatieven

In Tabel 1 is een overzicht te zien van marktinitiatieven per type textiel en per type verwerkingsmethode. In dit overzicht komen Nederlandse partijen voor maar ook andere belangrijke initiatieven buiten Nederland. Het dient vermeld te worden dat dit overzicht niet volledig is en gebaseerd op informatie die in 2022 voorhanden was.

Tabel 1: Marktinitiatieven per recycling methodes en textiel type (samengesteld in 2022)

Recycling methodes	Inzamelen en sorteren voor hergebruik	Mechanisch open loop	Mechanisch closed loop	Chemisch
100% polyester	<ul style="list-style-type: none"> - Sympany (NL) - Reshare (NL) - Wieland textile (NL) - Wolkat (NL/MA) - Boer Group (NL) - TexNL (NL) - Textiles2textiles (NL) 	<ul style="list-style-type: none"> - Antex (SP) - Altex (DE) - Cliff (NL) 	<ul style="list-style-type: none"> - Antex (SP) - European spinning group (BE) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ioniqa (NL) - COOLMAX® (USA) - CuRe Technology (NL) - WORN again (UK) - Polylana® (NL) - EVRNU - NuCycl (USA) - Gr3n - Carbios (FR)
100% katoen	<ul style="list-style-type: none"> - Sympany (NL) - Reshare (NL) - Wieland textile (NL) - Wolkat (NL/MA) - Boer Group (NL) - TexNL (NL) - Textiles2textiles (NL) 	<ul style="list-style-type: none"> - Frankenhuis (NL) - Sympact (NL) - Altex (DE) - Cliff (NL) 	<ul style="list-style-type: none"> - RECOVER® (SP) - Circular Systems - Texloop™ (USA) - Giotex (USA) - Geetanjali Woolens (IN) - European spinning group (BE) - Valérious Hub (PT) 	<ul style="list-style-type: none"> - SaXcell (NL) - RENEWCELL Circulose® (SE) - REFIBRA (pre-consument) (AUS) - EVRNU - NuCycl (USA) - WORN again (UK) - Circular Systems - Texloop™ (USA) – Tencell™ Loycell - Södra's OnceMore® (SE)
50% polyester / 50% katoen blend	<ul style="list-style-type: none"> - Sympany (NL) - Reshare (NL) - Wieland textile (NL) - Wolkat (NL/MA) - Boer Group (NL) - TexNL (NL) - Textiles2textiles (NL) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sympact (NL) - Wolkat (NL/MA) - Frankenhuis (NL) - Texperium (NL) - Schijvens (NL) - Retex (NL) - Cliff (NL) 	<ul style="list-style-type: none"> - Texperium / Imate- uve (NL/DE) - Circular Systems - Texloop™ (USA) - FBBasic (NL/DE) - Circularity BV (NL) - Valérious Hub (PT) 	<ul style="list-style-type: none"> - WORN again (UK) - Södra's OnceMore® (SE) - Ambercycle Cycora™ - Infineted fiber company (FI) - Gr3n (CH) - Mistra future fashion (SE) - Avantium (NL)

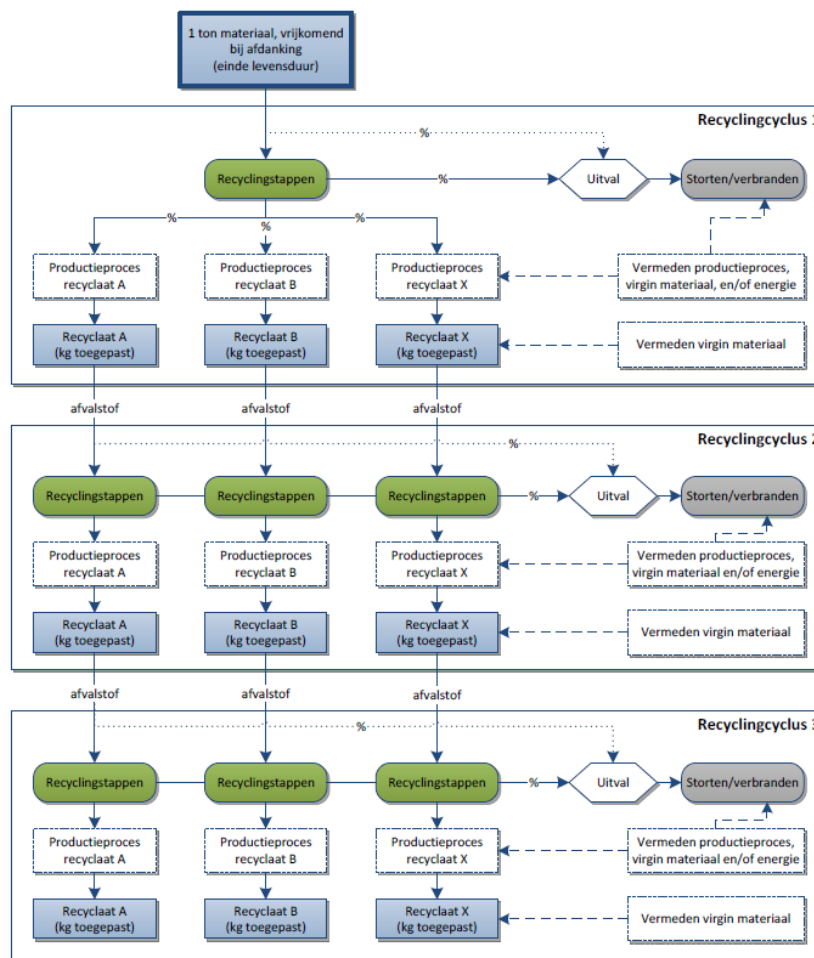
3. LEVENSCYCLUS INVENTARISATIE

Uit de marktanalyse zijn een aantal verwerkingsmethodes geselecteerd om uit te werken in de mLCA. De verschillende verwerkingsmethodes zijn:

- Mechanisch open loop recycling (katoen, polyester en blend)
- Mechanisch closed loop recycling (katoen, polyester en blend)
- Chemisch recycling (katoen en polyester)
- Hergebruik (katoen, polyester en blend)

Er zijn meerdere vormen van chemische recycling maar vanwege onvoldoende data is alleen depolymerisatie uitgewerkt. Voor chemisch recycling van de blend is de mLCA niet uitgewerkt, ook vanwege onvoldoende data.

De vier op basis van de marktanalyse geselecteerde verwerkingsmethodes worden geanalyseerd in de mLCA volgens de LAP3 bijlage F9. De mLCA geeft de levenscyclus van een materiaal over drie opeenvolgende toepassingen zoals weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4 (Figuur 9 uit LAP Bijlage F9) met weergave van modellering van meer cycli op hoofdlijnen

De LCA is uitgevoerd in overeenstemming met Bijlage F.9 van LAP3 "Bijlage 9; LCA's uitvoeren i.r.t. de LAP" [23]. Overige uitgangspunten zijn:

- Ecoinvent 3.6, cutoff system model recycled content [24], is gebruikt voor de inventarisatie van deze mLCA. De karakterisatie en weging zijn volgens ReCiPe 2016 European Hierarchist [25]. De mLCA-resultaten worden altijd uitgedrukt in ReCiPe 2016-punten.
- Voor de basisscenario's worden lange-termijnemissies (> 100 jaar) uitgesloten in de inventarisatie.
- Alle scenario's zijn doorgerekend voor 1 ton materiaal (textiel) dat ter verwerking wordt aangeboden.

- Transportafstanden en -middelen zijn gebaseerd op gemiddelden, tenzij meer specifieke informatie kan worden verantwoord.
- Vermeden energieproductie als gevolg van opgewekte energie in een afvalverbrandingsinstallatie is gebaseerd op een calorische onder waarde (LHV) van het betreffende materiaal en een rendement van 16% elektrisch en 21% thermisch in Nederland [26] en 15% elektrisch en 28% thermisch in het buitenland (Percentages Centraal Europa aangehouden) [27] gemodelleerd met de volgende processen:
 - Vermeden elektriciteit: Elektriciteit, hoogspanning {NL} | productiemix | Cut-off, U;
 - Vermeden warmte: Warmte, stads- of industrieel, aardgas {Europa zonder Zwitserland} | warmteproductie, aardgas, in industriële oven > 100kW | Cut-off, U

3.1. Mechanisch recyclen (open loop)

De data zijn gebaseerd op een gemiddelde van aangeleverde waarden van bedrijven die textiel mechanisch recyclen en ecoinvent data. Per type textiel zijn gegevens van bedrijven uit de lijst van marktinitiatieven (zie Tabel 1) gebruikt wanneer deze beschikbaar waren. Voor de modellering zijn alleen Nederlandse processen gebruikt, deze keuze is gemaakt omdat de recyclingmethode in Nederland zal plaatsvinden en om te zorgen dat er geen verschil is door geografische locaties in de resultaten. Verder is er ook gekozen om transport buiten beschouwing te laten, gezien dat het transport toch binnenlands is en aangenomen wordt dat dit weinig verschilt tussen verschillende recycle technieken.

Elke cyclus begint met sorteren. Er wordt namelijk verondersteld door bedrijven werkzaam bij sortering dat het voorsorteren en fijn sorteren noodzakelijk is voor alle verwerkingsopties en dat dit in iedere cyclus terugkomt. Zoals beschreven in de marktanalyse is technologie voor het sorteren van post-consument textiel in ontwikkeling, daarom wordt er verwacht dat sorteren de komende jaren efficiënter zal worden met mogelijk beter gescheiden stromen.

Op basis van data van bedrijven is bepaald dat de efficiëntie van het sorteren 0,9 is, wat betekent dat 90% van textiel na het sorteren vervezeld kan worden en 10% uitval is. De samenstelling van de uitval bij sortering bestaat uit huishoudelijk afval en vieze/natte kleding. De verhouding van textiel en huishoudelijk afval is onbekend. Daarom is bij het verbranden van uitval bij sortering gekozen om het volgende proces te gebruiken: Municipal solid waste {NL} treatment of, incineration | Cut-off, U.

Na het sorteren vindt het vervezelen plaats. Op basis van data van bedrijven is bepaald dat de efficiëntie van het vervezelen en verwerken tot vulmiddel en vilt 0,85 is, wat betekent dat 85% van het textiel wordt gerecycled. Voor het verwerken tot composiet is de efficiëntie 0,95, wat betekent dat 95% van het textiel wordt gerecycled. 5-15% is uitval. De samenstelling van de uitval bij vervezelen bestaat uit kleding, wat niet alleen uit textiel bestaat maar ook metalen en plastic accessoires. Daar is rekening gehouden bij het verbranden van uitval. De verhouding van textiel, metaal en plastic is echter onbekend. Er is een aanname gemaakt dat de uitval die wordt verbrand voor 1/3 uit textiel, 1/3 uit metaal en 1/3 uit kunststof bestaat. Voor de elektriciteits- en warmtewinning zijn de percentages 16 en 21 procent gehanteerd [26].

Na de vervezeling kan van het textiel een andere toepassing gebruikt worden, dit resulteert dan ook in vermeden productie. Voor mechanisch openloop recycling van polyester zijn in deze mLCA drie toepassingen meegenomen op basis van de data van bedrijven werkzaam in open loop mechanische recycling. De drie toepassingen zijn: vilt materiaal, vulmiddel of composiet. Door van het polyester viltmateriaal, vulmiddel of composieten te maken wordt polyester, PU schuim en houtvezels vermeden. De gevoeligheid van de keuze voor vermeden producten is meegenomen in de gevoeligheidsanalyses bij openloop recycling.

Hoeveel procent vilt materiaal, vulmiddel en composiet wordt gemaakt van polyester in Nederland is onbekend. Aangenomen is dat polyester voor 1/3 wordt verwerkt tot vilt materiaal, polyester voor 1/3 wordt verwerkt tot vulmiddel en polyester voor 1/3 wordt verwerkt tot composiet. In de eindeleven fase is aangenomen dat van het vilt materiaal en vulmiddel 5% gestort, 85% verbrand en 10% gerecycled wordt. Het composiet wordt 100% verbrand [28].

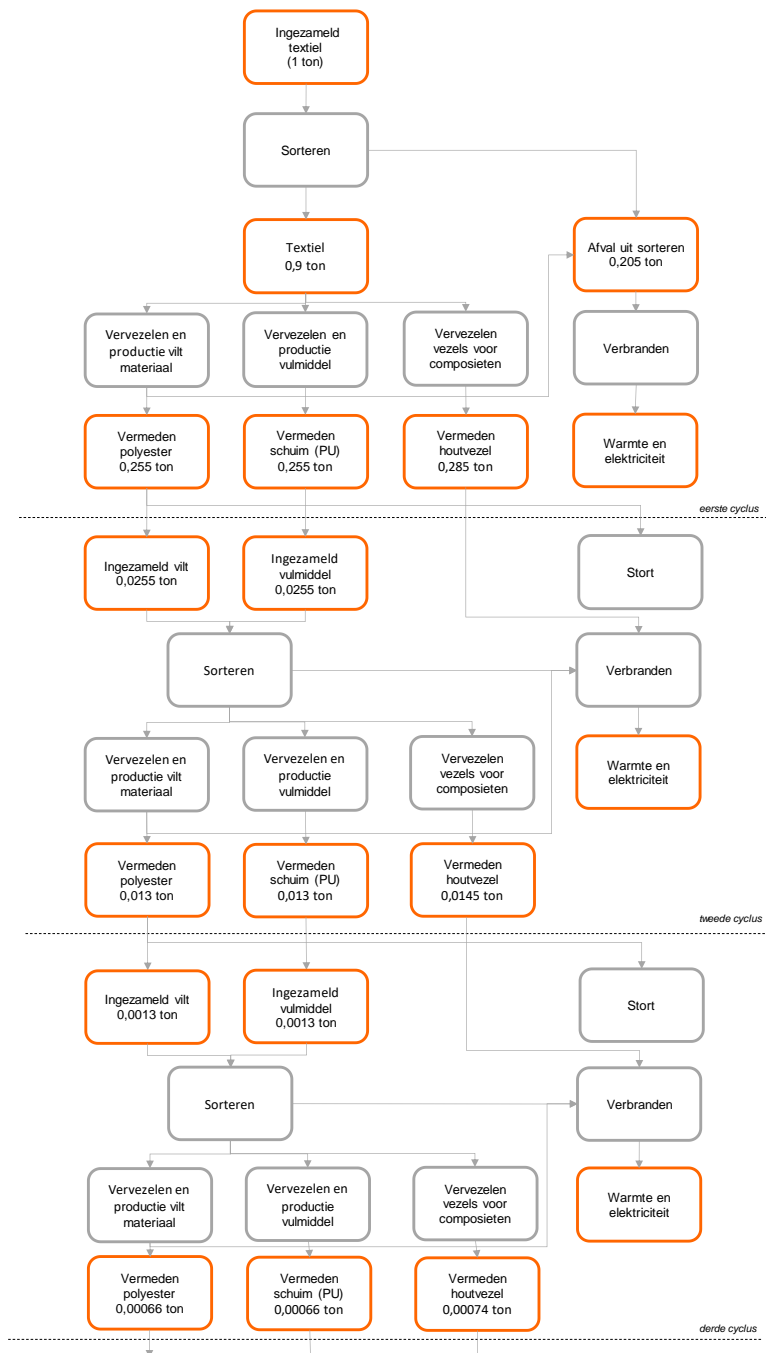
Voor mechanische open loop recycling van katoen en blend zijn in deze mLCA drie toepassingen meegenomen op basis van de data van bedrijven werkzaam in openloop mechanische recycling. De drie toepassingen zijn: isolatiemateriaal, vulmiddel en composiet. Door van het katoen en blend isolatiemateriaal, vulmiddel of composiet wordt respectievelijk steenwol, PU schuim en houtvezel vermeden. Ook bij katoen en blend zijn de verhoudingen onbekend en is er een aanname gedaan dat 1/3 wordt verwerkt tot isolatiemateriaal, 1/3 wordt verwerkt tot vulmiddel en 1/3 wordt verwerkt tot composiet. Voor vulmiddel en composiet worden dezelfde scenario's aangehouden als bij mechanische openloop recycling van polyester. In de eindeleven fase is aangenomen dat het isolatiemateriaal 5% gestort, 85% verbrand en 10% gerecycled wordt [28].

In de tweede cyclus wordt het percentage vulmiddel en viltmateriaal wat niet verbrand of gestort wordt uit de eerste cyclus opnieuw ingezameld en opnieuw gerecycled. Eveneens gebeurt dit in de derde cyclus met het vulmiddel en viltmateriaal wat niet verbrand of gestort wordt van de tweede cyclus. Door de uitval wat ontstaat bij de sortering, vervezelen en bij de afvalverwerking aan het einde van de levenscyclus wordt het vulmiddel en viltmateriaal wat gesorteerd wordt steeds kleiner, evenals de vermeden producten.

3.1.1. Massabalans mechanisch open loop recycling

Mech. Open loop: Polyester

In Figuur 5 en Tabel 2 zijn de massabalansen te vinden van polyester. Ze bestaan uit drie cycli in elke cyclus zijn dezelfde processen te vinden met aflopende getallen. Behalve de processen genaamd afval uit vermeden producten, die worden pas in de tweede cyclus toegepast. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.



Figuur 5: Stroomschema mechanisch open loop polyester

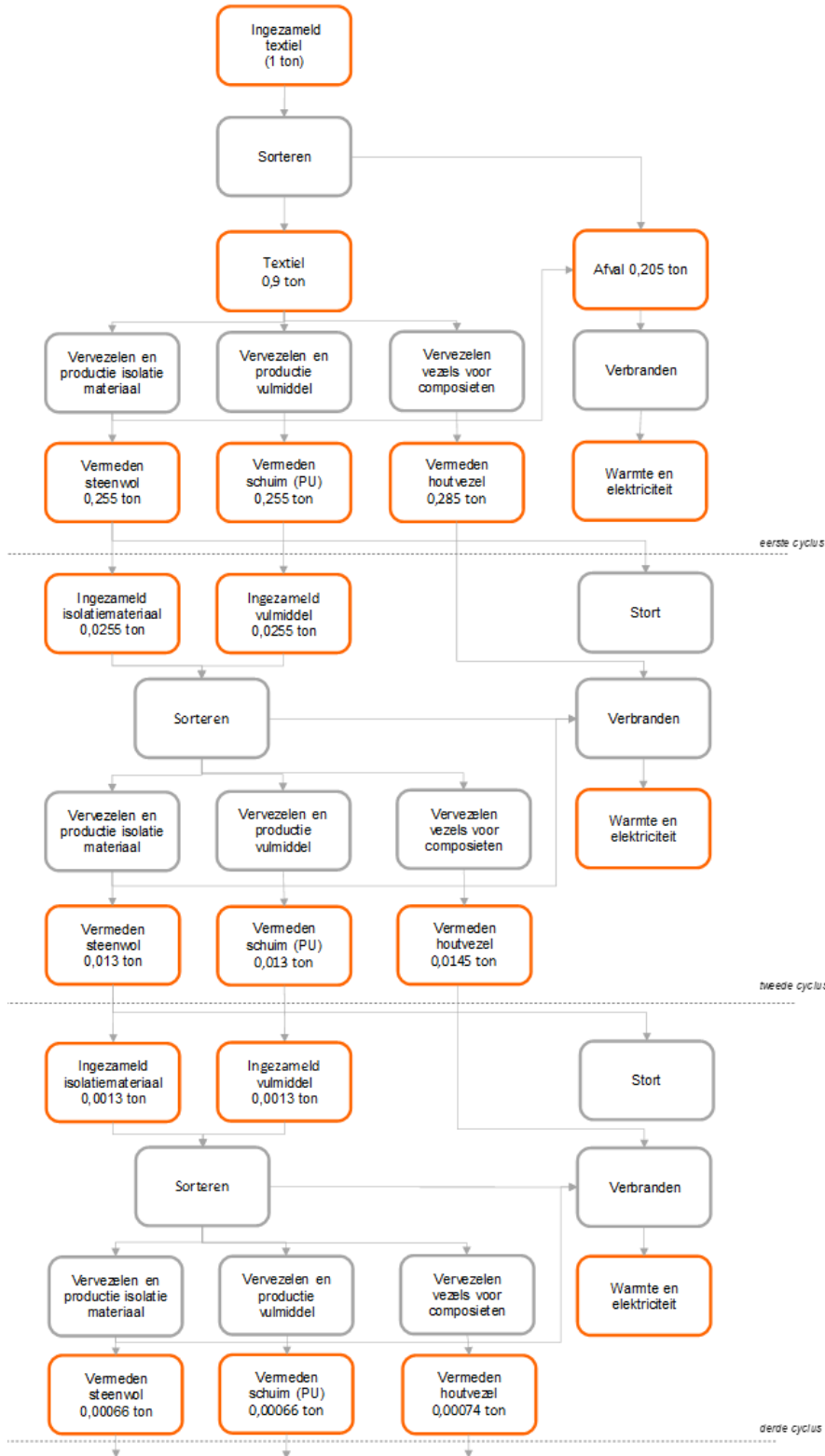


Tabel 2: Massabalans mechanisch open loop polyester

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus mech open loop (polyester)		
Sorteren	1	ton
Vervezelen en productie PET	0,300	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,300	ton
Vervezelen en productie composieten	0,300	ton
Vermeden product (PET)	0,255	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,255	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,285	ton
Afval uit sortering	0,1	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,015	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,045	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,045	ton
2. Tweede cyclus mech open loop (polyester)		
Sorteren	0,0255	ton
Sorteren	0,0255	ton
Vervezelen en productie PET	0,0153	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,0153	ton
Vervezelen en productie composieten	0,0153	ton
Vermeden product (PET)	0,013	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,013	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,0145	ton
Afval uit sortering	0,0051	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,00229	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,00229	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,000765	ton
Afval na vermijden product (PET)	0,255	ton
Afval na vermijden product (schuim PU)	0,255	ton
Afval na vermijden product (houtvezel)	0,285	ton
3. Derde cyclus mech open loop (polyester)		
Sorteren	0,00130	ton
Sorteren	0,00130	ton
Vervezelen en productie PET	0,000780	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,000780	ton
Vervezelen en productie composieten	0,000780	ton
Vermeden product (PET)	0,000663	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,000663	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,000741	ton
Afval uit sortering	0,00026	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,000039	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,000117	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,000117	ton
Afval na vermijden product (PET)	0,013	ton
Afval na vermijden product (schuim PU)	0,013	ton
Afval na vermijden product (houtvezel)	0,0145	ton

Mech. Open loop: Blend

In Figuur 6 en Tabel 3 zijn de massabalansen te vinden van de textiel blend polyester en katoen. Ze bestaan uit drie cycli in elke cyclus zijn dezelfde processen te vinden met aflopende getallen. Behalve de processen genaamd afval uit vermeden producten, die worden pas in de tweede cyclus toegepast. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.



Figuur 6: Stroomschema mechanisch open loop blend

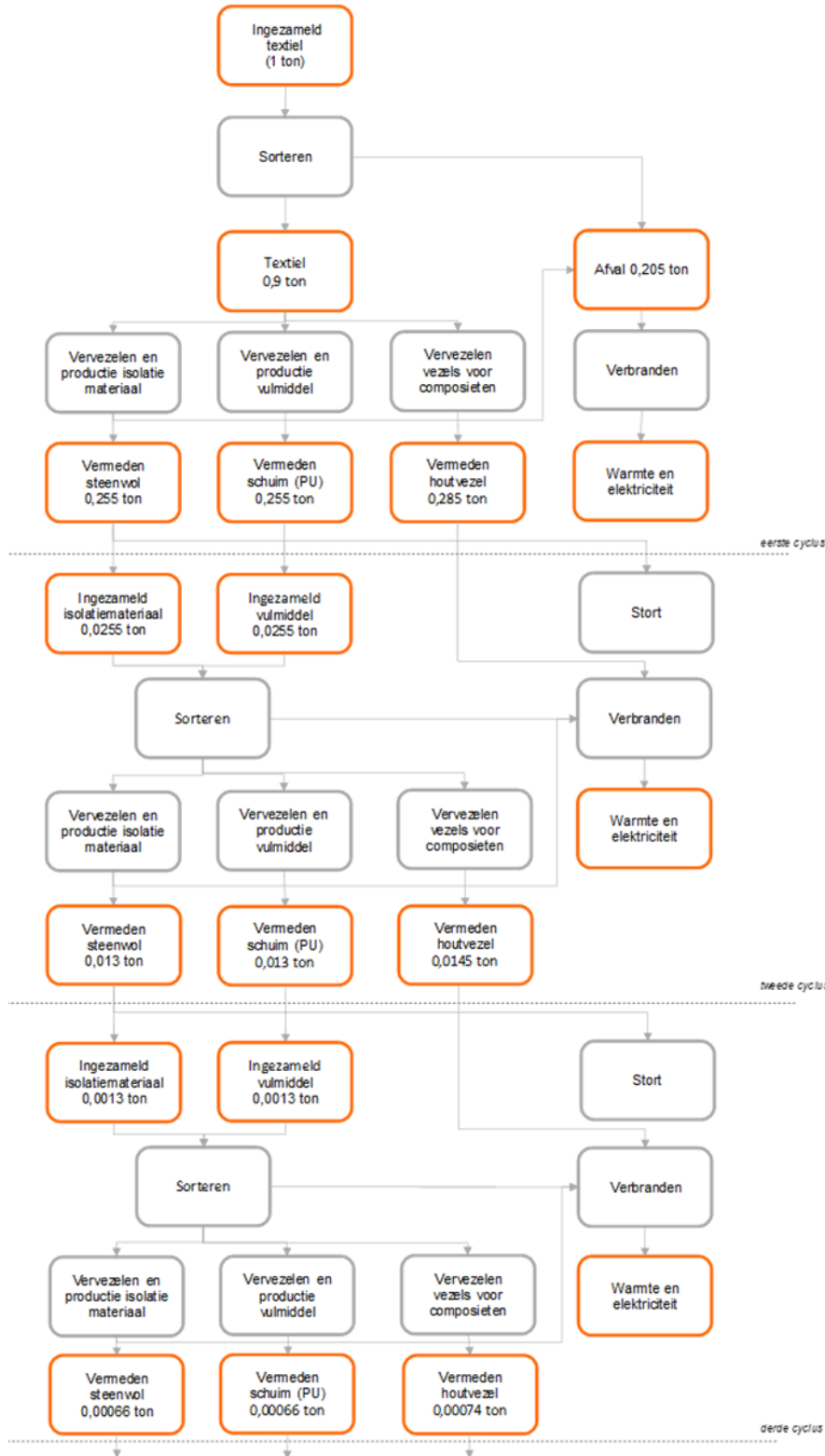


Tabel 3: Massabalans mechanisch open loop blend

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus mech open loop (blend)		
	1	ton
Sorteren	1	ton
Vervezelen en productie isolatiemateriaal	0,300	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,300	ton
Vervezelen en productie composieten	0,300	ton
Vermeden product (steenwol)	0,255	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,255	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,285	ton
Afval uit sortering	0,1	ton
Afval uit recycling (blend)	0,015	ton
Afval uit recycling (blend)	0,045	ton
Afval uit recycling (blend)	0,045	ton
2. Tweede cyclus mech open loop (blend)		
	1	ton
Sorteren	0,0255	ton
Sorteren	0,0255	ton
Vervezelen en productie isolatiemateriaal	0,0153	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,0153	ton
Vervezelen en productie composieten	0,0153	ton
Vermeden product (steenwol)	0,013	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,013	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,0145	ton
Afval uit sortering	0,0051	ton
Afval uit recycling (blend)	0,000765	ton
Afval uit recycling (blend)	0,00229	ton
Afval uit recycling (blend)	0,00229	ton
Afval na vermijden product (isolatiemateriaal)	0,255	ton
Afval na vermijden product (schuim PU)	0,255	ton
Afval na vermijden product (houtvezel)	0,285	ton
3. Derde cyclus mech open loop (blend)		
	1	ton
Sorteren	0,0013	ton
Sorteren	0,0013	ton
Vervezelen en productie isolatiemateriaal	0,00078	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,00078	ton
Vervezelen en productie composieten	0,00078	ton
Vermeden product (steenwol)	0,00063	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,00063	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,000741	ton
Afval uit sortering	0,00026	ton
Afval uit recycling (blend)	0,000039	ton
Afval uit recycling (blend)	0,000117	ton
Afval uit recycling (blend)	0,000117	ton
Afval na vermijden product (isolatiemateriaal)	0,013	ton
Afval na vermijden product (schuim PU)	0,013	ton
Afval na vermijden product (houtvezel)	0,0145	ton

Mech. Open loop: Katoen

In Figuur 7 en Tabel 4 zijn de massabalansen te vinden van katoen. Ze bestaan uit drie cycli in elke cyclus zijn dezelfde processen te vinden met aflopende getallen. Behalve de processen genaamd afval uit vermeden producten, die worden pas in de tweede cyclus toegepast. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.



Figuur 7: Stroomschema mechanisch open loop katoen



Tabel 4: Massabalans mechanisch open loop katoen

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus mech open loop (katoen)	1	ton
Sorteren	1	ton
Vervezelen en productie isolatiemateriaal	0,3	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,3	ton
Vervezelen en productie composieten	0,3	ton
Vermeden product (steenwol)	0,255	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,255	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,285	ton
Afval uit sortering	0,1	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,015	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,045	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,045	ton
2. Tweede cyclus mech open loop (katoen)	1	ton
Sorteren	0,0255	ton
Sorteren	0,0255	ton
Vervezelen en productie isolatiemateriaal	0,015	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,015	ton
Vervezelen en productie composieten	0,015	ton
Vermeden product (steenwol)	0,013	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,013	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,0145	ton
Afval na vermijden product (isolatiemateriaal) katoen	0,255	ton
Afval na vermijden product (schuim PU) katoen	0,255	ton
Afval na vermijden product (houtvezel) katoen	0,285	ton
Afval uit sortering	0,00505	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,00229	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,00229	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,00076	ton
3. Derde cyclus mech open loop (katoen)	1	ton
Sorteren	0,0013	ton
Sorteren	0,0013	ton
Vervezelen en productie isolatiemateriaal	0,000758	ton
Vervezelen en productie vulmiddelen	0,00078	ton
Vervezelen en productie composieten	0,00078	ton
Vermeden product (steenwol)	0,000663	ton
Vermeden product (PU schuim)	0,000663	ton
Vermeden product (houtvezel)	0,000741	ton
Afval na vermijden product (isolatiemateriaal) katoen	0,013	ton
Afval na vermijden product (schuim PU) katoen	0,013	ton
Afval na vermijden product (houtvezel) katoen	0,0145	ton
Afval uit sortering	0,00026	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,000117	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,000117	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,000039	ton

3.2. Mechanisch recycling (closed loop)

De data zijn gebaseerd op een gemiddelde van aangeleverde waarden van bedrijven die textiel mechanisch recyclen en ecoinvent data. Per type textiel zijn gegevens van bedrijven uit de lijst van marktinitiatieven (zie Tabel 1) gebruikt wanneer deze beschikbaar waren. Voor de modellering zijn alleen Nederlandse processen gebruikt, deze keuze is gemaakt omdat de recyclingmethode later in Nederland zal plaatsvinden en om te zorgen dat er geen verschil is door geografische locaties in de resultaten. Verder is er ook gekozen om transport buiten beschouwing te laten, gezien dat het transport toch binnenslands is.

Elke cyclus begint met sorteren. Er wordt namelijk verondersteld dat het voorsorteren en fijn sorteren noodzakelijk is voor alle verwerkingsopties en dat dit in iedere cyclus terugkomt. Zoals beschreven in de marktanalyse is technologie voor het sorteren van post-consumptie textiel in ontwikkeling, daarom wordt er verwacht dat sorteren de komende jaren efficiënter zal worden met mogelijk beter gescheiden stromen.

Op basis van data van bedrijven is bepaald dat de efficiëntie van het sorteren 0,9 is, wat betekent dat 90% van textiel na het sorteren vervezeld kan worden. 10% is uitval. De samenstelling van de uitval bij sortering bestaat uit huishoudelijk afval en vieze/natte kleding. De verhouding van textiel en huishoudelijk afval is onbekend. Daarom is bij het verbranden van uitval bij sortering gekozen om het volgende proces te gebruiken: Municipal solid waste {NL} treatment of, incineration | Cut-off, U.

Na het sorteren vindt het vervezelen plaats. Op basis van data van bedrijven is bepaald dat de efficiëntie van het vervezelen en spinnen 0,775 is, wat betekent dat 77,5% van het textiel wordt gerecycled. 22,5% is uitval. De samenstelling van de uitval bij vervezelen bestaat uit kleding, wat niet alleen uit textiel bestaat maar ook metalen en plastic accessoires. Daar is rekening gehouden bij het verbranden van uitval. De verhouding van textiel, metaal en plastic is echter onbekend. Er is een aanname gemaakt dat de uitval die wordt verbrand voor 1/3 uit textiel, 1/3 uit metaal en 1/3 uit kunststof bestaat. Voor de elektriciteits- en warmtewinning zijn de percentages 16 en 21 procent gehanteerd [26].

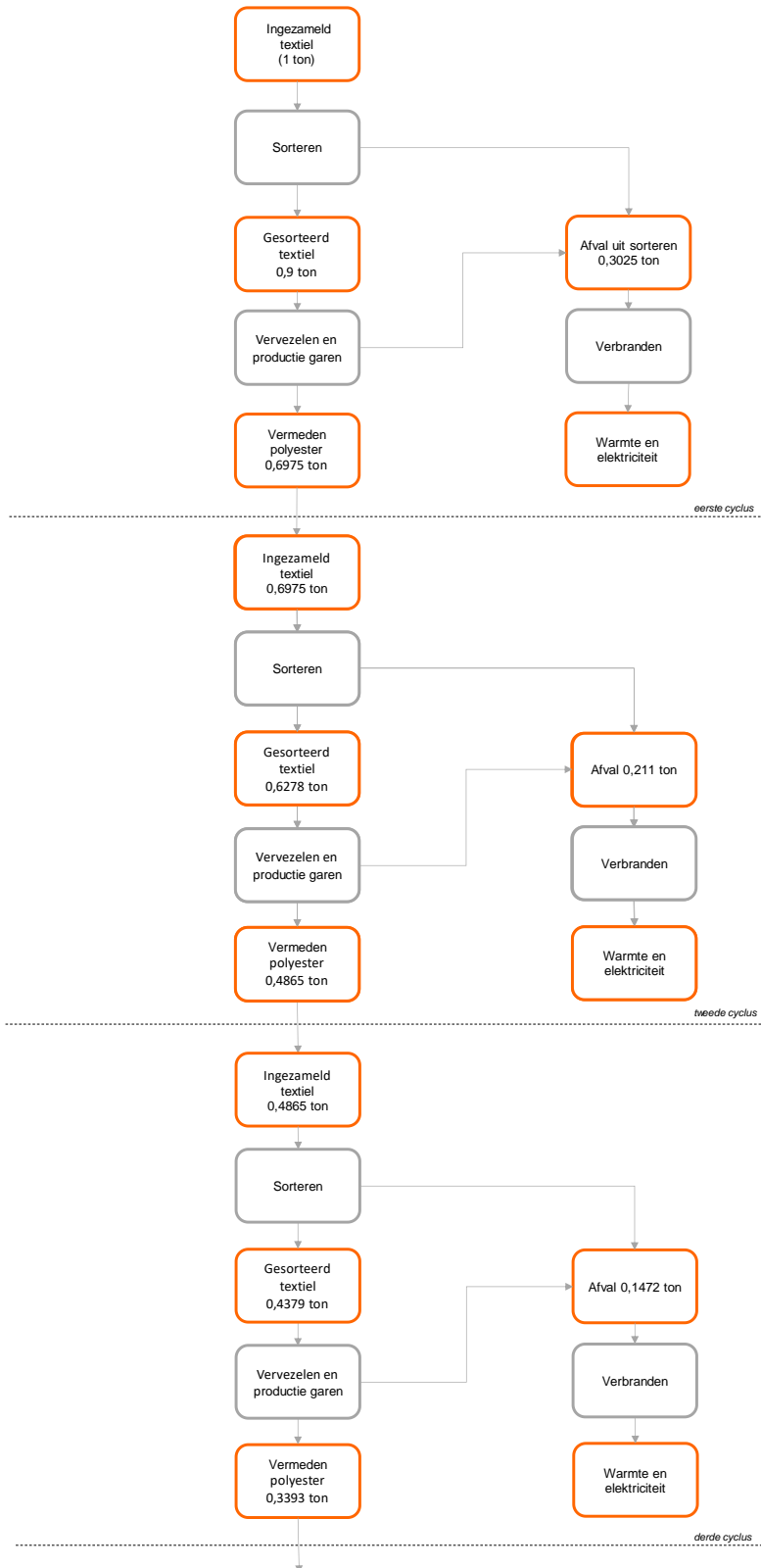
Bij mechanische closed loop recycling wordt van kleding opnieuw garens gemaakt. Hierbij wordt katoen/blend of polyester garens vermeden.

In de tweede cyclus wordt het percentage textiel wat niet verbrand of gestort wordt uit de eerste cyclus opnieuw ingezameld en opnieuw gerecycled. Eveneens gebeurt dit in de derde cyclus met het textiel wat niet verbrand of gestort wordt van de tweede cyclus. Door de uitval wat ontstaat bij de sortering, vervezelen en bij de afvalverwerking aan het einde van de levenscyclus wordt het textiel wat gesorteerd wordt steeds kleiner, evenals de vermeden producten.

3.2.1. Massabalans mechanisch closed loop recycling

Mech. Closed loop: Polyester

In Figuur 8 en Tabel 5 zijn de massabalansen te vinden van polyester. Ze bestaan uit drie cycli in elke cyclus zijn dezelfde processen te vinden met aflopende getallen. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.



Figuur 8: Stroomschema mechanisch closed loop polyester

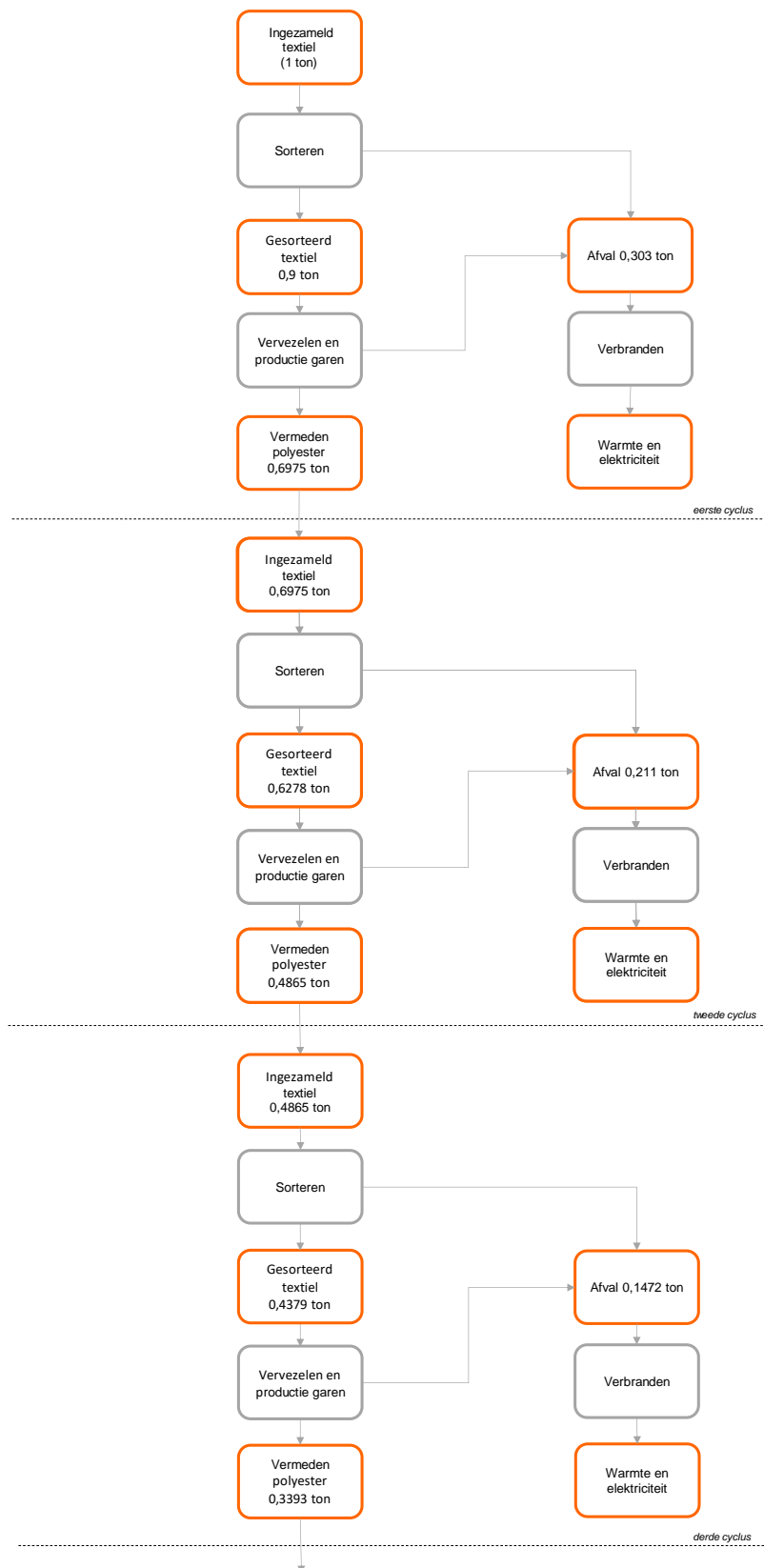


Tabel 5: Massabalans mechanische closed loop polyester

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus mech closed loop (Polyester)	1	ton
Sorteren	1	ton
Vervezelen en productie garen	0,9	ton
Afval uit sortering	0,1	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,2025	ton
Vermeden product (garen polyester)	0,6975	ton
2. Tweede cyclus mech closed loop (Polyesters)	1	ton
Sorteren	0,6975	ton
Vervezelen en productie garen	0,6278	ton
Afval uit sortering	0,0698	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,1412	ton
Vermeden product (garen polyester)	0,4865	ton
3. Derde cyclus mech closed loop (Polyesters)	1	ton
Sorteren	0,4865	ton
Vervezelen en productie garen	0,4379	ton
Afval uit sortering	0,0487	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,0985	ton
Vermeden product (garen polyester)	0,3393	ton

Mech. Closed loop: Blend

In Figuur 9 en Tabel 6 zijn de massabalansen te vinden van de textiel blend polyester en katoen. Ze bestaan uit drie cycli in elke cyclus zijn dezelfde processen te vinden met aflopende getallen. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.



Figuur 9: Stroomschema mechanisch closed loop blend

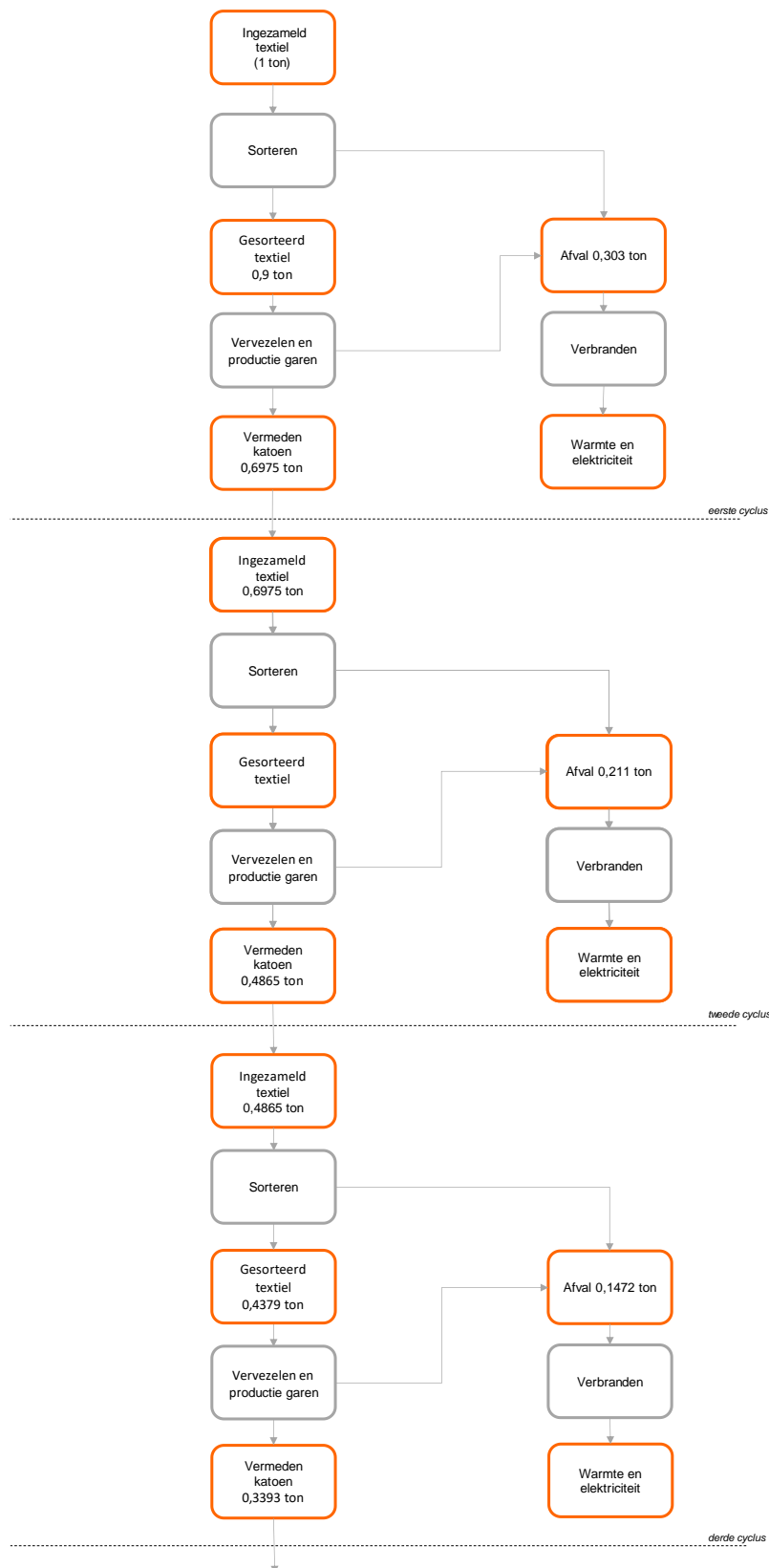


Tabel 6: Massabalans mechanisch closed loop blend

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus mech closed loop (blend)	1	ton
Sorteren	1	ton
Vervezelen en productie garen	0,9	ton
Afval uit sortering	0,1	ton
Afval uit recycling (blend)	0,203	ton
Vermeden product (garen blend)	0,6975	ton
2. Tweede cyclus mech closed loop (blend)	1	ton
Sorteren	0,6975	ton
Vervezelen en productie garen	0,6278	ton
Afval uit sortering	0,0698	ton
Afval uit recycling (blend)	0,1412	ton
Vermeden product (garen blend)	0,4865	ton
3. Derde cyclus mech closed loop (blend)	1	ton
Sorteren	0,4865	ton
Vervezelen en productie garen	0,4379	ton
Afval uit sortering	0,0487	ton
Afval uit recycling (blend)	0,0985	ton
Vermeden product (garen blend)	0,3393	ton

Mech. Closed loop: Katoen

In Figuur 10 en Tabel 7 zijn de massabalansen te vinden van katoen. Ze bestaan uit drie cycli in elke cyclus zijn dezelfde processen te vinden met aflopende getallen. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.



Figuur 10: Stroomschema mechanisch closed loop katoen



Tabel 7: Massabalans mechanisch closed loop katoen

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus mech closed loop (katoen)	1	ton
Sorteren	1	ton
Vervezelen en productie garen	0,9	ton
Afval uit sortering	0,1	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,203	ton
Vermeden product (garen katoen)	0,6975	ton
2. Tweede cyclus mech closed loop (katoen)	1	ton
Sorteren	0,6975	ton
Vervezelen en productie garen	0,6278	ton
Afval uit sortering	0,0698	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,1412	ton
Vermeden product (garen katoen)	0,4865	ton
3. Derde cyclus mech closed loop (katoen)	1	ton
Sorteren	0,4865	ton
Vervezelen en productie garen	0,4379	ton
Afval uit sortering	0,0487	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,0985	ton
Vermeden product (garen katoen)	0,3393	ton

3.3. Chemisch recyclen

De data zijn gebaseerd op een gemiddelde van aangeleverde waarden van bedrijven die textiel chemische recycling en ecoinvent data. Per type textiel zijn gegevens van bedrijven uit de lijst van marktinitiatieven (zie Tabel 1) gebruikt mits ze beschikbaar waren. Voor de processen zijn alleen Nederlandse marktmixen gebruikt, deze keuze is gemaakt omdat de recyclingmethode later in Nederland zal plaatsvinden en om te zorgen dat er geen verschil is door geografische locaties in de resultaten. Verder is er ook gekozen om transport buiten beschouwing te laten, gezien dat het transport toch binnenlands is.

Elke cyclus begint met sorteren. Er wordt namelijk verondersteld door bedrijven werkzaam bij sortering dat het voorsorteren en fijn sorteren noodzakelijk is voor alle verwerkingsopties en dat dit in iedere cyclus terugkomt. Zoals beschreven in de marktanalyse is technologie voor het sorteren van post-consument textiel in ontwikkeling, daarom wordt er verwacht dat sorteren de komende jaren efficiënter zal worden met mogelijk beter gescheiden stromen.

Op basis van data van bedrijven is bepaald dat de efficiëntie van het sorteren 0,9 is, wat betekent dat 90% van textiel na het sorteren chemisch gerecycled kan worden. 10% is uitval. De samenstelling van de uitval bij sortering bestaat uit huishoudelijk afval en vieze/natte kleding. De verhouding van textiel en huishoudelijk afval is onbekend. Daarom is bij het verbranden van uitval bij sortering gekozen om het volgende proces te gebruiken: Municipal solid waste {NL}| treatment of, incineration | Cut-off, U.

Na het sorteren vindt het chemisch recyclen plaats. Op basis van data van bedrijven is bepaald dat de efficiëntie van het recyclen 0,95, wat betekent dat 95% van het textiel wordt gerecycled. 5% is uitval. De samenstelling van de uitval bij vervezelen bestaat uit kleding, wat niet alleen uit textiel bestaat maar ook metalen en plastic accessoires. Daar is rekening gehouden bij het verbranden van uitval. De verhouding van textiel, metaal en plastic is echter onbekend. Er is een aanname gemaakt dat de uitval die wordt verbrand voor 1/3 uit textiel, 1/3 uit metaal en 1/3 uit kunststof bestaat. Voor de elektriciteits- en warmtewinning zijn de percentages 16 en 21 procent gehanteerd [26].

Voor chemisch recycling van katoen is in deze mLCA één toepassing meegenomen op basis van de data van bedrijven werkzaam in chemische recycling van katoen en dat is viscose kleding. Door van het katoen, viscose kleding te maken wordt sulfaatpulp vermeden.

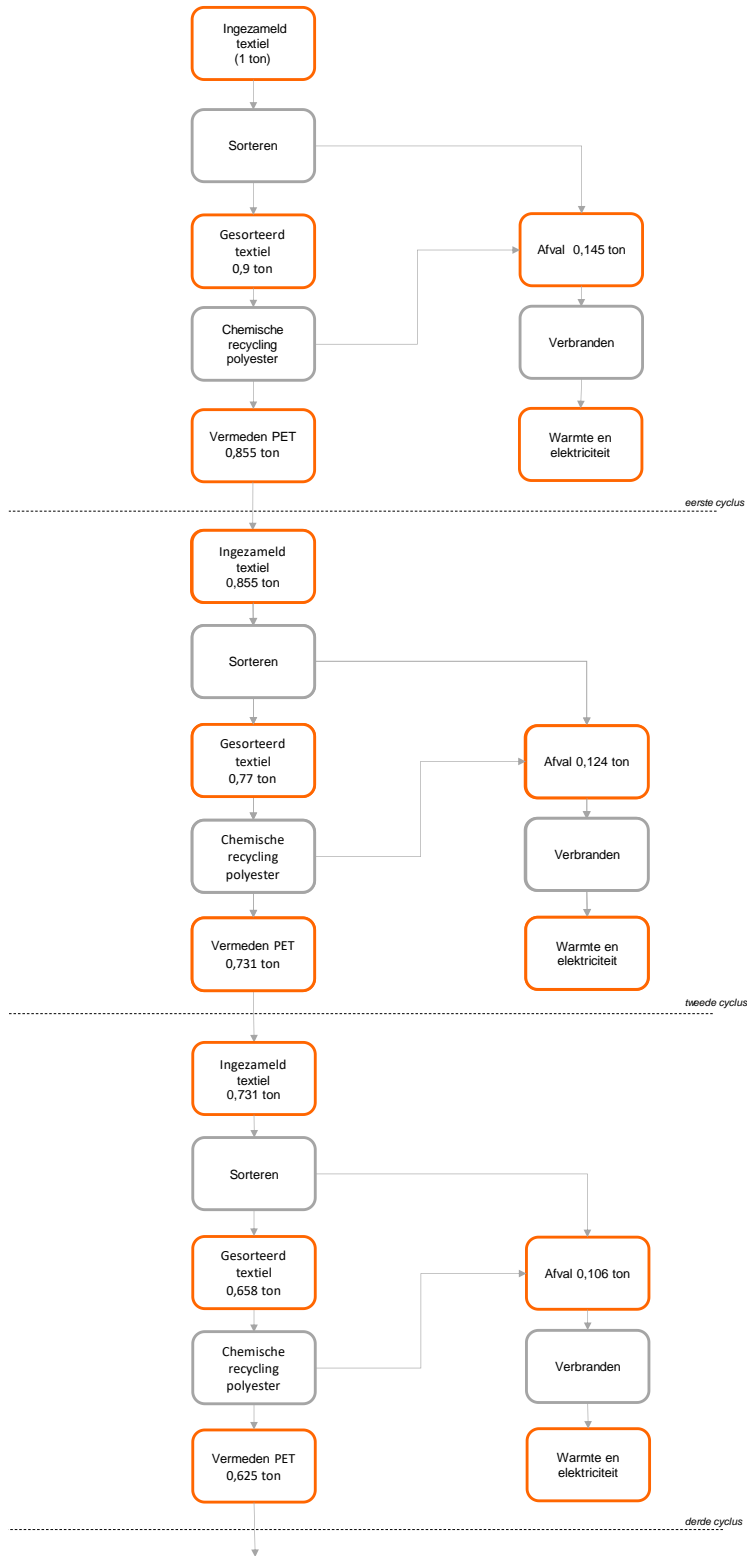
Voor chemisch recycling van polyester is in deze mLCA één toepassing meegenomen op basis van data van bedrijven werkzaam in chemische recycling van polyester en dat is polyester kleding. Door van het polyester opnieuw polyester kleding te maken wordt PET vermeden.

In de tweede cyclus wordt het percentage textiel wat niet verbrand of gestort wordt uit de eerste cyclus opnieuw ingezameld en opnieuw gerecycled. Eveneens gebeurt dit in de derde cyclus met het textiel wat niet verbrand of gestort wordt van de tweede cyclus. Door de uitval wat ontstaat bij de sortering, vervezelen en bij de afvalverwerking aan het einde van de levenscyclus wordt het textiel wat gesorteerd wordt steeds kleiner, evenals de vermeden producten.

3.3.1. Massabalansen chemisch recyclen

Chemisch: Polyester

In Figuur 11 en Tabel 8 zijn de massabalansen te vinden van polyester. Ze bestaan uit drie cycli in elke cyclus zijn dezelfde processen te vinden met aflopende getallen In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.



Figuur 11: Stroomschema chemische recycling polyester

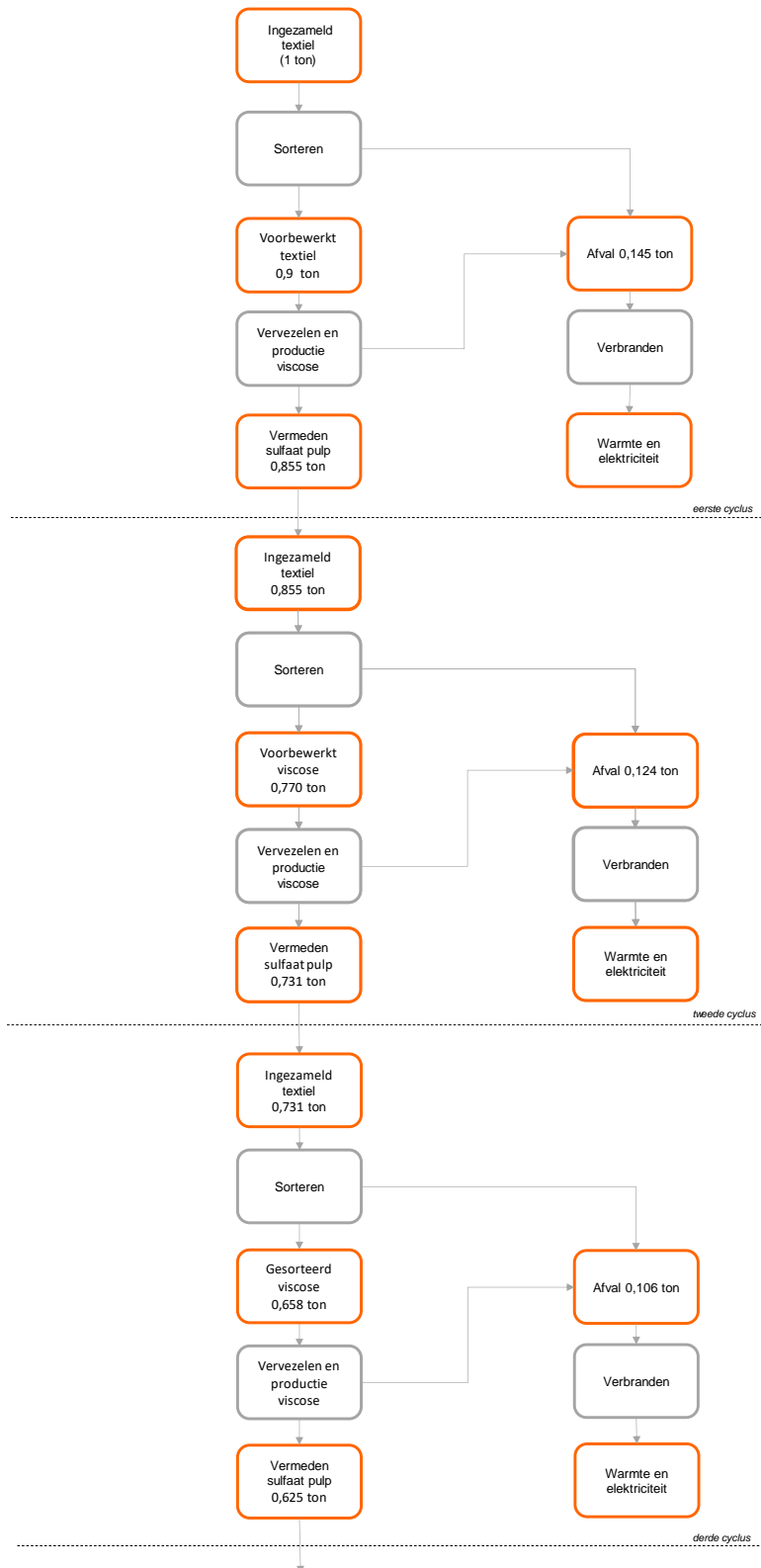


Tabel 8: Massabalans chemisch polyester

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus chem closed loop (polyester)	1	ton
Sorteren	1	ton
Vervezelen en productie garen	0,900	ton
Afval uit sortering	0,100	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,045	ton
Vermeden product (PET)	0,855	ton
2. Tweede cyclus chem closed loop (polyester)	1	ton
Sorteren	0,855	ton
Vervezelen en productie garen	0,770	ton
Afval uit sortering	0,086	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,038	ton
Vermeden product (PET)	0,731	ton
3. Derde cyclus chem closed loop (polyester)	1	ton
Sorteren	0,731	ton
Vervezelen en productie garen	0,658	ton
Afval uit sortering	0,073	ton
Afval uit recycling (polyester)	0,033	ton
Vermeden product (PET)	0,625	ton

Chemisch: Katoen

In Figuur 12 en Tabel 9 zijn de massabalansen te vinden van katoen. Ze bestaan uit drie cycli in elke cyclus zijn dezelfde processen te vinden met aflopende getallen. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.



Figuur 12: Stroomschema chemische recycling katoen



Tabel 9: Massabalans chemisch katoen

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus chem closed loop (katoen)	1	ton
Sorteren	1	ton
Vervezelen en productie garen	0,900	ton
Afval uit sortering	0,100	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,045	ton
Vermeden product (garen viscose)	0,855	ton
2. Tweede cyclus chem closed loop (katoen)	1	ton
Sorteren	0,855	ton
Vervezelen en productie garen	0,770	ton
Afval uit sortering	0,086	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,038	ton
Vermeden product (garen viscose)	0,731	ton
3. Derde cyclus chem closed loop (katoen)	1	ton
Sorteren	0,731	ton
Vervezelen en productie garen	0,658	ton
Afval uit sortering	0,073	ton
Afval uit recycling (katoen)	0,033	ton
Vermeden product (garen viscose)	0,625	ton

3.4. Hergebruik

De data zijn gebaseerd op een gemiddelde van aangeleverde waardes van bedrijven werkzaam in hergebruik van textiel en ecoinvent data.

Voor de modellering zijn Nederlandse en algemene Europese of globale processen gebruikt. Deze Nederlandse processen zijn gekozen, omdat de recyclingmethode later in Nederland zal plaatsvinden en om te zorgen dat er geen verschil is door geografische locaties in de resultaten. De Europese of globale processen zijn gekozen, omdat het textiel ook verkocht wordt in het buitenland. Verder is er ook gekozen om transport in Nederland buiten beschouwing te laten, gezien dit transport bij de andere scenario's ook buiten beschouwing gelaten is.

Transport buiten Nederland is wel meegenomen. Binnen Europa is er uitgegaan van vervoer met vrachtwagens, buiten Europa is er uitgegaan van vervoer per vrachtschip en nog een gedeelte met vrachtwagens. De afstanden zijn bepaald met data van een bedrijf. Gegevens van klanten zijn gebruikt om een gemiddelde afstand te berekenen. Voor elk land is van Amsterdam (per vrachtschip vanaf Rotterdam) naar de hoofdstad van het land (of grootste haven) het uitgangspunt geweest. De totale afstand met vrachtwagen is 500 kilometer en de totale afstand met vrachtschip is 2500 kilometer.

Elk proces begint met sorteren. Er wordt namelijk verondersteld dat het voorsorteren en fijn sorteren noodzakelijk is voor alle verwerkingsopties en dat dit in iedere cyclus terugkomt. Zoals beschreven in de marktanalyse is technologie voor het sorteren van post-consumert textiel in ontwikkeling, daarom wordt er verwacht dat sorteren de komende jaren efficiënter zal worden met mogelijk beter gescheiden stromen.

Twee scenario's zijn meegenomen voor het hergebruik van textiel. Op basis van data van bedrijven is bepaald dat het ingezamelde textiel voor 20% wordt hergebruikt in Nederland en voor 80% wordt hergebruikt in het buitenland. Beide scenario's worden meegenomen. Bij hergebruik gaat er alleen bij het sorteren textiel verloren.

Op basis van data van bedrijven is bepaald dat de efficiëntie van het sorteren in Nederland 0,9 is, wat betekent dat 90% van textiel na het sorteren hergebruikt kan worden. 10% is uitval. De samenstelling van de uitval bij sortering bestaat uit huishoudelijk afval en vieze/natte kleding. De verhouding van textiel en huishoudelijk afval is onbekend. Daarom is bij het verbranden van uitval bij sortering gekozen om het volgende proces te gebruiken: Municipal solid waste {NL} treatment of, incineration | Cut-off, U.

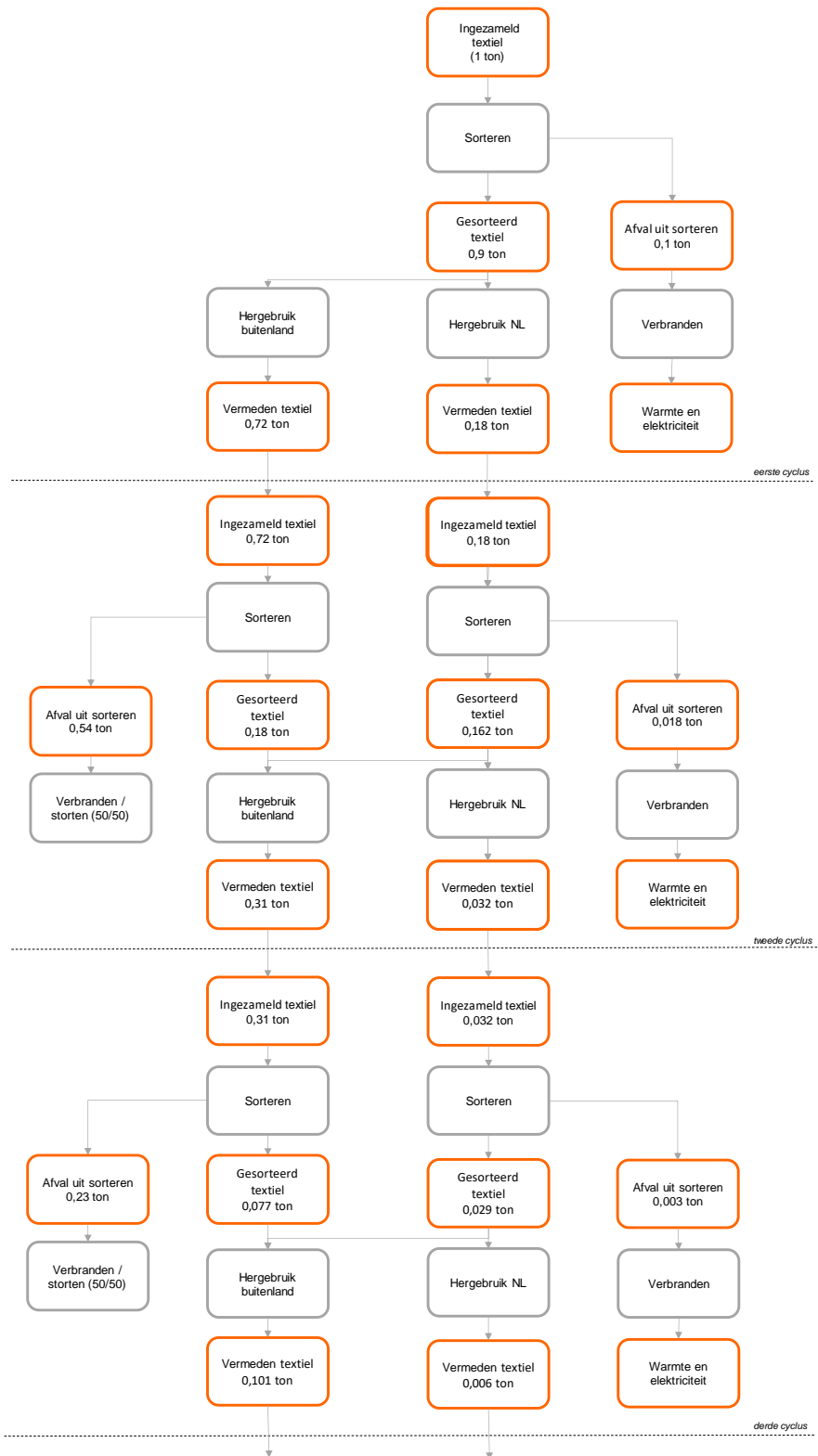
Op basis van statistieken is bepaald dat de efficiëntie van het sorteren in het buitenland 0,25 is, wat betekent dat 25% van het textiel na het sorteren hergebruikt kan worden. De verwerking van het textiel wat niet hergebruikt kan worden is onbekend. Er is een aanname gemaakt dat 37,5% verwerkt wordt via verbranding en 37,5% verwerkt wordt door stort [29].

Bij hergebruik wordt van kleding opnieuw gebruikt. Hierbij wordt katoen/blend of polyester kleding vermeden.

In de tweede cyclus wordt hergebruikte kleding uit de eerste cyclus opnieuw ingezameld en hergebruikt. Het is onbekend hoe vaak kleding na één keer hergebruik nogmaals hergebruikt wordt in de praktijk. Het is niet te achterhalen of kleding al een keer eerder hergebruikt is als ze gesorteerd worden. Aangenomen is dat kleding minimaal drie keer hergebruikt kan worden. Door middel van de uitval bij sortering wordt het textiel wat hergebruikt wordt steeds kleiner eveneens de vermeden producten. Verder wordt er van het gesorteerde textiel in Nederland telkens 80% naar het buitenland gestuurd. Het buitenland krijgt daardoor van Nederland en van eigen hergebruik textiel binnen om te sorteren in de derde cyclus.

3.4.1. Massabalans hergebruik

In Figuur 13 is de massabalans te vinden die is gebruikt voor het hergebruik van polyester, de textiel blend polyester en katoen, en katoen. Per textiel soort is er een aparte tabel eronder te vinden.



Figuur 13: Stroomschema hergebruik



Hergebruik: Blend

In Tabel 10 is de massabalans te vinden van het hergebruik van de textiel blend. De tabel bestaat uit drie cycli in de eerste cyclus zijn minder processen dan die er te vinden zijn in de tweede en derde cycli. Dat komt doordat er pas in de tweede en derde cycli textiel verwerkt wordt in het buitenland. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.

Tabel 10: Massabalans hergebruik blend

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus hergebruik		
	1	ton
Sorteren	1	ton
Afval uit sortering	0,100	ton
Vermeden product (textiel)	0,180	ton
Vermeden product (textiel)	0,720	ton
Transport vrachtwagen	1470	tkm
Transport schip	386	tkm
2. Tweede cyclus hergebruik		
	1	ton
Sorteren	0,180	ton
Afval uit sortering	0,018	ton
Vermeden product (textiel)	0,032	ton
Sorteren	0,72	ton
Afval uit sorteren (blend) (buitenland verbranding)	0,270	ton
Sorteren blend buitenland, per ton	0,270	ton
Vermeden product (textiel)	0,310	ton
Transport schip	69,5	tkm
Transport vrachtwagen	265	tkm
3. Derde cyclus hergebruik		
	1	ton
Sorteren	0,032	ton
Afval uit sortering	0,003	ton
Vermeden product (textiel)	0,006	ton
Sorteren	0,31	ton
Afval uit sorteren (blend) (buitenland verbranding)	0,116	ton
Sorteren blend buitenland, per ton	0,116	ton
Vermeden product (textiel)	0,101	ton
Transport schip	12,5	tkm
Transport vrachtwagen	47,7	tkm



Hergebruik: Katoen

In Tabel 11 is de massabalans te vinden van het hergebruik van katoen. De tabel bestaat uit drie cycli in de eerste cyclus zijn minder processen dan die er te vinden zijn in de tweede en derde cyclus. Dat komt doordat er pas in de tweede en derde cyclus textiel verwerkt wordt in het buitenland. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.

Tabel 11: Massabalans hergebruik katoen

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus hergebruik katoen	1	ton
Sorteren	1	ton
Afval uit sortering	0,100	ton
Vermeden product (textiel-katoen)	0,180	ton
Vermeden product (textiel-katoen)	0,720	ton
Transport vrachtwagen	1470	tkm
Transport schip	386	tkm
2. Tweede cyclus hergebruik katoen	1	ton
Sorteren	0,180	ton
Afval uit sortering	0,018	ton
Vermeden product (textiel-katoen)	0,032	ton
Sorteren	0,72	ton
Afval uit sorteren (katoen) (buitenland verbranding)	0,270	ton
Sorteren katoen buitenland, per ton	0,270	ton
Vermeden product (textiel-katoen)	0,310	ton
Transport schip	69,5	tkm
Transport vrachtwagen	265	tkm
3. Derde cyclus hergebruik katoen	1	ton
Sorteren	0,032	ton
Afval uit sortering	0,003	ton
Vermeden product (textiel-katoen)	0,006	ton
Sorteren	0,31	ton
Afval uit sorteren (katoen) (buitenland verbranding)	0,116	ton
Sorteren katoen buitenland, per ton	0,116	ton
Vermeden product (textiel-katoen)	0,101	ton
Transport schip	12,5	tkm
Transport vrachtwagen	47,7	tkm



Hergebruik: Polyester

In Tabel 12 is de massabalans te vinden van het hergebruik van polyester. De tabel bestaat uit drie cycli in de eerste cyclus zijn minder processen dan die er te vinden zijn in de tweede en derde cyclus. Dat komt doordat er pas in de tweede en derde cyclus textiel verwerkt wordt in het buitenland. In 0 is te zien hoe de processen gemodelleerd zijn.

Tabel 12: Massabalans hergebruik polyester

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
1. Eerste cyclus hergebruik polyester		
Sorteren	1	ton
Afval uit sortering	0,100	ton
Vermeden product (textiel-polyester)	0,180	ton
Vermeden product (textiel-polyester)	0,720	ton
Transport vrachtwagen	1470	tkm
Transport schip	386	tkm
2. Tweede cyclus hergebruik polyester		
Sorteren	0,180	ton
Afval uit sortering	0,018	ton
Vermeden product (textiel-polyester)	0,032	ton
Sorteren	0,72	ton
Afval uit sorteren (polyester) (buitenland verbranding)	0,270	ton
Sorteren polyester buitenland, per ton	0,270	ton
Vermeden product (textiel-polyester)	0,310	ton
Transport schip	69,5	tkm
Transport vrachtwagen	265	tkm
3. Derde cyclus hergebruik polyester		
Sorteren	0,032	ton
Afval uit sortering	0,003	ton
Vermeden product (textiel-polyester)	0,006	ton
Sorteren	0,31	ton
Afval uit sorteren (polyester) (buitenland verbranding)	0,116	ton
Sorteren polyester buitenland, per ton	0,116	ton
Vermeden product (textiel-polyester)	0,101	ton
Transport schip	12,5	tkm
Transport vrachtwagen	47,7	tkm

4. MILIEUEFFECTBEOORDELING

4.1. Resultaten

De resultaten zijn weergegeven per materiaalgroep: katoen, blend en polyester. Per materiaalgroep zijn de impacts van de verschillende verwerkingsmethode weergegeven in endpoints, waarbij gekeken is naar het totaal over de drie cycli en onderscheid gemaakt wordt in de processen: Inzamelen en sorteren, verwerken niet recyclebaar materiaal, recycling en vermeden producten. Vervolgens wordt er gekeken naar de impact per cyclus (endpoints). De invloed van onzekerheden in deze mLCA zijn beschreven in de gevoeligheidsanalyse in paragraaf 4.2. De gedetailleerde resultaten (midpoints) zijn toegevoegd in bijlages 2 tot en met 12.

4.1.1. Katoen

In deze paragraaf worden alleen de ReCiPe endpoints besproken, de midpoints en in welke mate deze bijdragen aan de endpoints van katoen zijn te vinden in: Bijlages A, E, H en J.

De impact scores zijn in de meeste gevallen negatief, doordat de milieu-impact ten gevolge van energie- en materiaalgebruik in het recycleproces kleiner zijn dan de impact die vermeden wordt door het inzetten van recyclelaar. Dit is ook te zien in Tabel 13 en Figuur 14. De tabel en het figuur laten zien dat het hergebruik en mechanisch recyclen closed loop de grootste negatieve impact hebben en dus milieu hygiënisch het beste uit de vergelijking komen. Dit komt doordat beide mechanisch closed loop en hergebruik de productie van katoen vermijden. Mechanisch open loop vermijdt isolatiemateriaal, composieten en vulmiddel. Chemische recycling vermijdt de productie van sulfaatpulp. De gevoeligheid van de keuze voor vermeden producten van mechanische open loop en chemische recycling zijn beoordeeld in de gevoeligheidsanalyse.

Voor het verwerken van niet recyclebaar textiel valt het op dat hergebruik een hoge impact heeft in de tweede cyclus, dit komt doordat er katoen in het buitenland in de eindeleven fase gestort wordt. Het storten van katoen resulteert in methaan emissies.

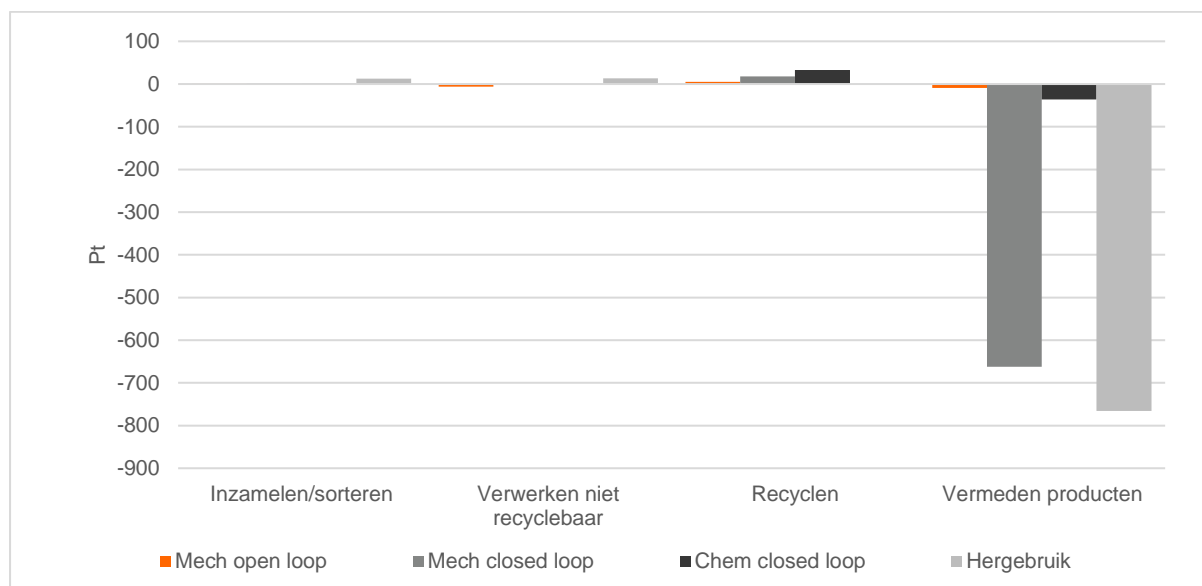
Chemische recycling en mechanisch closed loop recycling hebben een lage impact hier door elektriciteits- en warmte winning bij het verbranden van afval (in Nederland). Mechanisch open loop heeft een relatief hoge impact in vergelijking met mechanisch (closed loop), dit komt doordat er een gedeelte van het isolatiemateriaal en vulmiddel gestort worden. Bij het storten daarvan komt er eveneens methaan vrij.

In het hergebruik scenario heeft recyclen geen impact, omdat het niet plaats vindt. Chemische recycling heeft een hoge impact, vanwege het elektriciteitsverbruik en zwavelzuur dat gebruikt wordt in het verzeelen en produceren van sulfaat pulp. Mechanisch open loop heeft een relatief lage impact, omdat er per eenheid ingezameld textiel minder gerecycled wordt over de drie cycli en dus minder energie gebruikt wordt.

Verder is te zien dat voor inzamelen/sorteren hergebruik de grootste impact heeft, dit komt door het transport dat daar onder valt.

Tabel 13: Katoen recycling per proces

	Inzamelen /sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden producten	Totaal
Single score					
Mech open loop	0,6	-5,9	5,0	-11,2	-11,6
Mech closed loop	1,3	-0,1	17,6	-662,6	-643,7
Chem closed loop	1,6	-0,3	32,7	-35,9	-1,9
Hergebruik	12,5	13,0	0,0	-765,7	-740,2
Human Health endpoint					
Mech open loop	0,6	-5,1	4,5	-10,0	-10,1
Mech closed loop	1,2	0,2	15,9	-542,5	-525,2
Chem closed loop	1,4	-0,2	29,5	-19,6	11,2
Hergebruik	11,2	11,9	0,0	-644,0	-620,8
Ecosystems endpoint					
Mech open loop	0,1	-0,5	0,4	-1,0	-1,1
Mech closed loop	0,1	0,0	1,4	-115,8	-114,3
Chem closed loop	0,1	0,0	2,6	-16,1	-13,4
Hergebruik	0,9	1,2	0,0	-116,2	-114,0
Resources endpoint					
Mech open loop	0,0	-0,3	0,1	-0,2	-0,4
Mech closed loop	0,0	-0,2	0,3	-4,4	-4,3
Chem closed loop	0,0	-0,1	0,6	-0,2	0,3
Hergebruik	0,3	-0,2	0,0	-5,5	-5,4



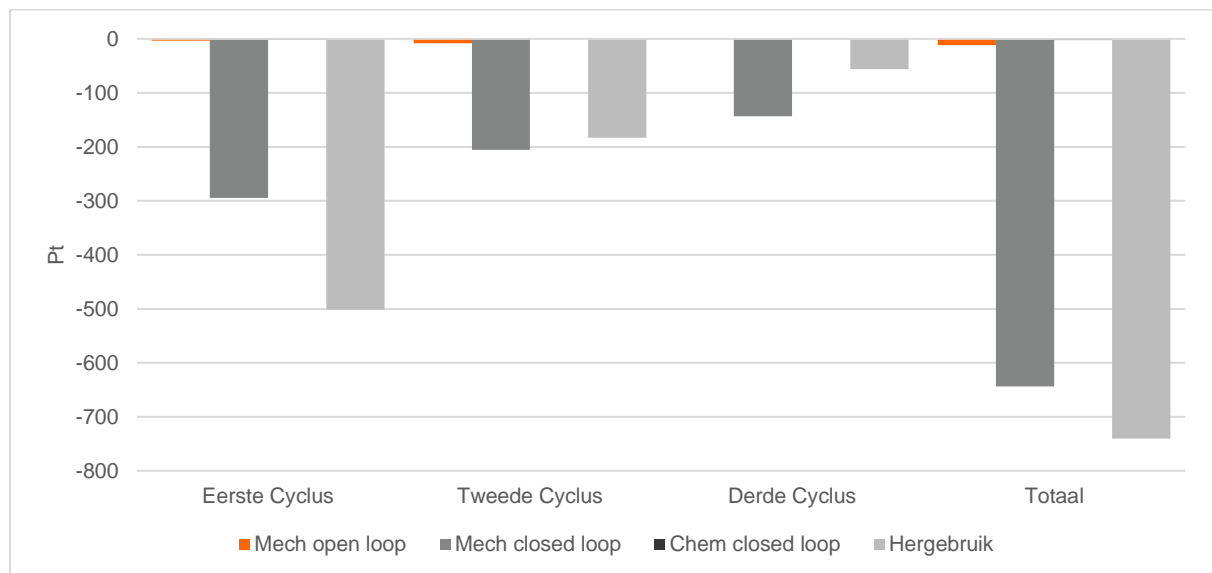
Figuur 14: Katoen recycling per proces

In Tabel 14 en Figuur 15 is de impact per cyclus te zien van de recycling methodes van katoen.

Bij mechanisch open loop recycling valt het op dat de eerste cyclus de laagste impact heeft, waarna de derde cyclus en de tweede cyclus de hoogste impact hebben. Dit komt doordat er in de tweede cyclus het meeste afval gegeneerd wordt bij het verwerken van het vermeden product composiet. De producten die worden vermeden hebben veel invloed op de milieu-impact bij mechanisch open loop recycling, zie ook 4.2.1. Mechanisch open loop recycling. De processen “afval na vermeden product” zit namelijk niet in de eerste cyclus, maar wel in de tweede en derde. Voornamelijk het storten van afval draagt veel bij aan de milieu-impact.

Tabel 14: Katoen recycling per cyclus

	Eerste Cyclus	Tweede Cyclus	Derde Cyclus	Totaal
Single score				
Mech open loop	-3,2	-8,0	-0,4	-11,6
Mech closed loop	-294,7	-205,6	-143,4	-643,7
Chem closed loop	-0,7	-0,6	-0,5	-1,9
Hergebruik	-501,4	-182,8	-56,1	-740,2
Human Health endpoint				
Mech open loop	-2,7	-7,0	-0,4	-10,1
Mech closed loop	-240,5	-167,7	-117,0	-525,2
Chem closed loop	4,4	3,7	3,2	11,3
Hergebruik	-421,1	-153,0	-46,8	-620,8
Ecosystems endpoint				
Mech open loop	-0,3	-0,7	0,0	-1,1
Mech closed loop	-52,3	-36,5	-25,5	-114,3
Chem closed loop	-5,2	-4,4	-3,8	-13,4
Hergebruik	-76,8	-28,4	-8,8	-114,0
Resources endpoint				
Mech open loop	-0,1	-0,3	0,0	-0,4
Mech closed loop	-2,0	-1,4	-1,0	-4,3
Chem closed loop	0,1	0,1	0,1	0,3
Hergebruik	-3,5	-1,4	-0,5	-5,4



Figuur 15: Katoen recycling per cyclus



4.1.2. Blend

In deze paragraaf worden alleen de ReCiPe endpoints besproken, de midpoints en in welke mate deze bijdragen aan de endpoints van katoen zijn te vinden in Bijlages C, F en K.

De scores zijn in de meeste gevallen negatief, doordat de milieu-impact ten gevolge van energie en materiaal gebruik in het recycleproces kleiner zijn dan de impact die vermeden wordt door het inzetten van recyclelaar.

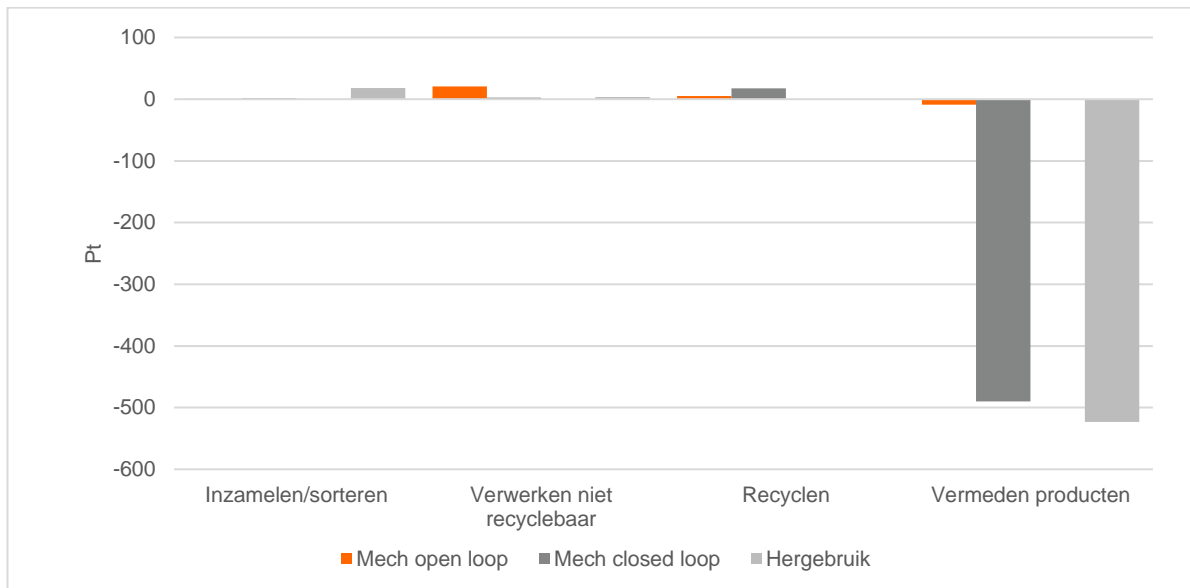
Tabel 15 en Figuur 16 laten zien dat het hergebruik en mechanisch recyclen in closed loop de grootste negatieve impact hebben. Dit komt omdat beide mechanisch closed loop en hergebruik de productie van katoen en polyester vermijden. Mechanisch open loop vermijdt isolatiemateriaal, composieten en vulmiddel. Chemische recycling voor de katoen/polyester blend is niet meegenomen (omdat hier onvoldoende data beschikbaar was).

Verder is te zien dat voor inzamelen/sorteren hergebruik de grootste impact heeft, dit komt door het transport dat daar onder valt. Voor het verwerken van niet recyclebaar textiel valt het op dat mechanisch open loop een relatief hoge impact heeft. Dit komt doordat isolatiemateriaal en vulmiddel gestort worden.

Het recyclen heeft in het hergebruik scenario geen impact, omdat het niet plaats vindt. Mechanisch closed loop heeft een hoge impact in vergelijking met mechanisch open loop vanwege het elektriciteitsgebruik. Mechanisch open loop heeft een relatief lage impact, omdat er per eenheid minder gerecycled over wordt de drie cycli en dus er daardoor minder energie gebruikt wordt.

Tabel 15: Katoen/polyester blend recycling per proces

	Inzamelen /sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden producten	Totaal
Single score					
Mech open loop	0,6	20,9	5,0	-25,6	0,9
Mech closed loop	1,3	2,3	17,6	-489,8	-468,5
Hergebruik	17,9	3,5	0,0	-523,2	-501,7
Human Health endpoint					
Mech open loop	0,6	19,1	4,5	-22,8	1,3
Mech closed loop	1,2	2,4	15,9	-415,0	-395,5
Hergebruik	16,1	3,3	0,0	-449,2	-429,8
Ecosystems endpoint					
Mech open loop	0,1	1,8	0,4	-2,2	0,1
Mech closed loop	0,1	0,2	1,4	-68,4	-66,6
Hergebruik	1,4	0,4	0,0	-67,4	-65,5
Resources endpoint					
Mech open loop	0,0	0,0	0,1	-0,6	-0,5
Mech closed loop	0,0	-0,3	0,3	-6,5	-6,4
Hergebruik	0,3	-0,2	0,0	-6,6	-6,4



Figuur 16: Katoen/polyester blend recycling per fase

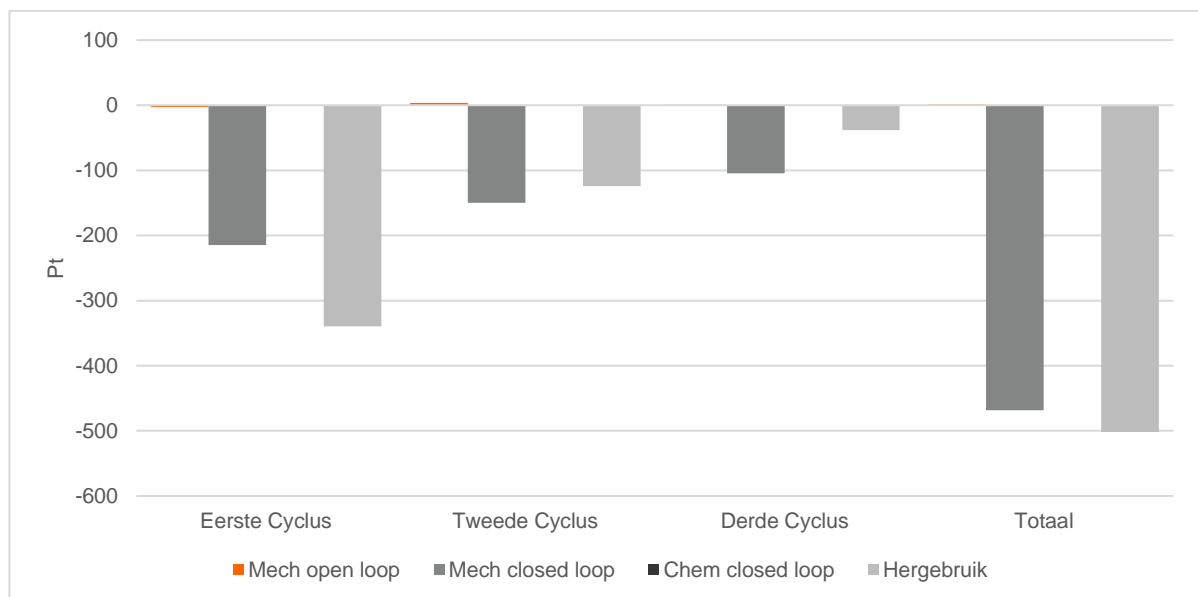
In Tabel 16 en Figuur 17 is de impact per cyclus te zien van de recycling methodes van katoen/polyester blend. Daarin is te zien dat mechanisch open loop de hoogste impact heeft en hergebruik de laagste.

Bij mechanisch open loop recycling is te zien dat de eerste cyclus de laagste impact heeft, waarna de derde cyclus en de tweede cyclus de hoogste impact hebben. Dit komt doordat er in de tweede cyclus het meeste afval gegenereerd wordt door het vermeden product houtvezel.

De producten die worden vermeden hebben een grote bijdrage aan de milieu-impact bij mechanisch open loop recycling. De processen "afval na vermeden product" zit niet in de eerste cyclus, maar wel in de tweede en derde. Voornamelijk het storten van afval zorgt voor milieu-impact in plaats van milieuwinst waardoor de totale milieuwinst lager is.

Tabel 16: Katoen/polyester blend recycling per cyclus

	Eerste Cyclus	Tweede Cyclus	Derde Cyclus	Totaal
Single score				
Mech open loop	-2,6	3,4	0,2	0,9
Mech closed loop	-214,5	-149,6	-104,4	-468,5
Hergebruik	-339,5	-124,2	-38,1	-501,7
Human Health endpoint				
Mech open loop	-2,2	3,4	0,2	1,3
Mech closed loop	-181,1	-126,3	-88,1	-395,5
Hergebruik	-291,1	-106,2	-32,5	-429,8
Ecosystems endpoint				
Mech open loop	-0,3	0,3	0,0	0,1
Mech closed loop	-30,5	-21,3	-14,8	-66,6
Hergebruik	-44,2	-16,3	-5,0	-65,5
Resources endpoint				
Mech open loop	-0,1	-0,4	0,0	-0,5
Mech closed loop	-2,9	-2,0	-1,4	-6,4
Hergebruik	-4,1	-1,7	-0,6	-6,4



Figuur 17: Katoen/polyester blend recycling per cyclus



4.1.3. Polyester

In deze paragraaf worden alleen de ReCiPe endpoints besproken, de midpoints en in welke mate deze bijdragen aan de endpoints van katoen zijn te vinden in Bijlages D, G, I en L.

Ook hier zijn de scores zijn in de meeste gevallen negatief, doordat de milieu-impact ten gevolge van energie en materiaal gebruik in het recycleproces kleiner zijn dan de impact die vermeden wordt door het inzetten van recyclelaar. In Tabel 17 en Figuur 18, is te zien dat het hergebruik en mechanisch recyclen in closed loop de grootste negatieve impact hebben. Dit komt omdat beide mechanisch closed loop en hergebruik de productie van polyester vermijden. Mechanisch open loop vermijdt vilt, composieten en vulmiddel. Chemische recycling vermijdt de productie van PET.

Voor het verwerken van niet recyclebaar textiel is te zien dat mechanisch open loop recycling een hoge impact heeft, dit komt door het verbranden van polyester. Eveneens is dit de oorzaak van de impact bij mechanisch closed loop recycling en hergebruik. Bij hergebruik is er minder afval dat verbrand wordt. Daarbij heeft chemische recycling de minste impact vanwege het minste afval dat verbrand wordt.

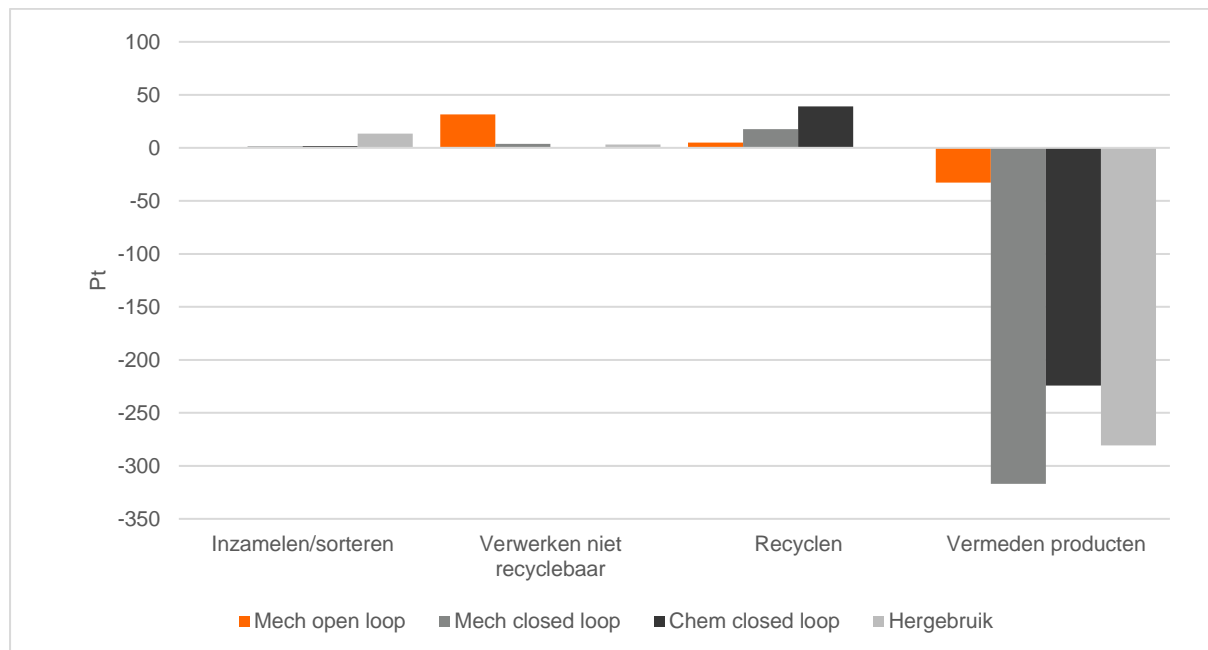
Bij katoen is de impact van verbranding lager omdat het koolstof in katoen biogeen is, en koolstofdioxide van biogene oorsprong niet gekarakteriseerd wordt in de gebruikte methode. Dit koolstof is immers eerder opgenomen door het katoen, waarvoor ook geen negatieve impact gerekend wordt bij productie.

Het recyclen heeft bij hergebruik geen impact, omdat het niet plaats vindt. Chemische recycling heeft een hoge impact, vanwege het energieverbruik, koper, en geactiveerde carbon. Mechanisch closed loop heeft ook een relatief hoge impact in vergelijking met mechanisch open loop vanwege het energieverbruik. Mechanisch open loop heeft een relatief lage impact, omdat er per eenheid minder gerecycled wordt over de drie cycli en dus er minder energie gebruikt wordt

Verder is te zien dat voor inzamelen/sorteren hergebruik de grootste impact heeft, dit komt door het transport dat daar onder valt.

Tabel 17: Polyester recycling per proces

	Inzamelen/ sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden producten	Totaal
Single score					
Mech open loop	0,6	31,7	5,0	-53,2	-15,9
Mech closed loop	1,3	3,7	17,6	-317,0	-294,3
Chem closed loop	1,6	0,8	39,1	-224,3	-182,9
Hergebruik	13,3	3,3	0,0	-280,6	-264,0
Human Health endpoint					
Mech open loop	0,6	28,8	4,5	-47,2	-13,3
Mech closed loop	1,2	3,6	15,9	-287,5	-266,7
Chem closed loop	1,4	0,8	35,9	-200,1	-162,0
Hergebruik	12,0	3,1	0,0	-254,5	-239,4
Ecosystems endpoint					
Mech open loop	0,1	2,8	0,4	-4,1	-0,8
Mech closed loop	0,1	0,4	1,4	-21,0	-19,1
Chem closed loop	0,1	0,1	2,6	-15,0	-12,2
Hergebruik	1,0	0,4	0,0	-18,6	-17,1
Resources endpoint					
Mech open loop	0,0	0,0	0,1	-1,8	-1,7
Mech closed loop	0,0	-0,3	0,3	-8,6	-8,5
Chem closed loop	0,0	-0,1	0,5	-9,2	-8,8
Hergebruik	0,3	-0,2	0,0	-7,6	-7,4



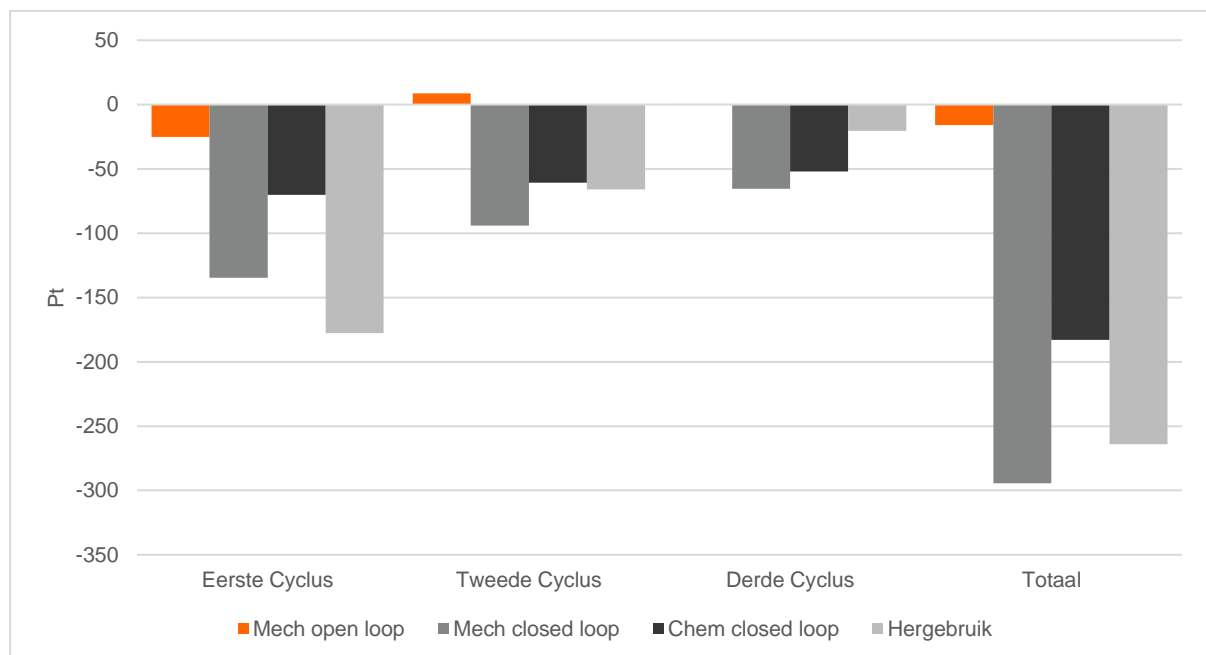
Figuur 18: Polyester recycling per proces

In Tabel 18 en Figuur 19 is de impact per cyclus te zien van de recycling methodes van polyester. Daarin is te zien dat mechanisch open loop de hoogste impact heeft en mechanisch closed loop de laagste.

Bij mechanisch open loop recycling is te zien dat de eerste cyclus de laagste impact heeft, waarna de derde cyclus en de tweede cyclus de hoogste impact hebben. Dit komt doordat er in de tweede cyclus het meeste afval gegenereerd wordt door het vermeden product composiet. De producten die worden vermeden hebben een grote bijdrage aan de milieu-impact bij mechanisch openloop recycling, zie ook 4.2.1. Mechanisch open loop recycling. De processen “afval na vermeden product” zit namelijk niet in de eerste cyclus, maar wel in de tweede en derde. Voornamelijk het storten van afval zorgt voor milieu-impact in plaats van milieuwinst waardoor de totale milieuwinst lager is.

Tabel 18: Polyester recycling per cyclus

Single score	Eerste Cyclus	Tweede Cyclus	Derde Cyclus	Totaal
Mech open loop	-25,1	8,8	0,5	-15,9
Mech closed loop	-134,8	-94,0	-65,6	-294,3
Chem closed loop	-70,3	-60,7	-51,9	-182,9
Hergebruik	-177,6	-66,0	-20,4	-264,0
Human Health endpoint				
Mech open loop	-22,1	8,4	0,4	-13,3
Mech closed loop	-122,1	-85,2	-59,4	-266,7
Chem closed loop	-62,2	-53,8	-46,0	-162,0
Hergebruik	-161,1	-59,8	-18,5	-239,4
Ecosystems endpoint				
Mech open loop	-1,8	0,9	0,0	-0,8
Mech closed loop	-8,7	-6,1	-4,3	-19,1
Chem closed loop	-4,7	-4,0	-3,5	-12,2
Hergebruik	-11,7	-4,2	-1,3	-17,1
Resources endpoint				
Mech open loop	-1,2	-0,5	0,0	-1,7
Mech closed loop	-3,9	-2,7	-1,9	-8,5
Chem closed loop	-3,4	-2,9	-2,5	-8,8
Hergebruik	-4,8	-2,0	-0,6	-7,4



Figuur 19: Polyester recycling per cyclus

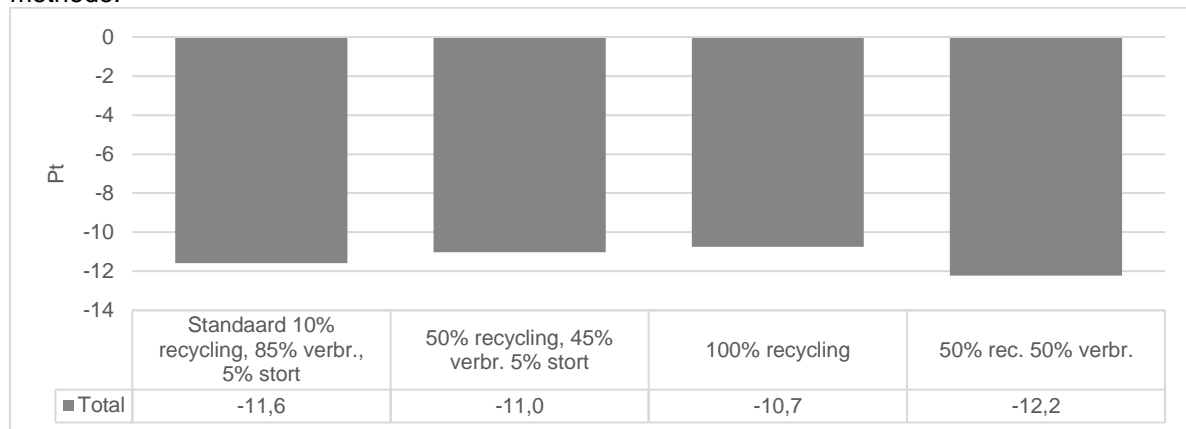
4.2. Gevoeligheidsanalyses

Een aantal van de in deze LCA onderzochte recyclemethodes worden niet op grote schaal toegepast. Verder zijn er bij de reeds bestaande methodes de eerste producten van het recycalaat nog niet in de fase waarin deze worden afgedankt. Tevens zijn er verschillende mogelijkheden voor toepassing van het recycalaat. Om de hoeveelheid verschillende opties te beperken is een verdeling van producten aangenomen. De invloed van de gemaakte keuzes en onzekerheden wordt in deze paragraaf beoordeeld.

Een onzekerheid die niet is meegenomen in de onzekerheidsanalyse is de kwaliteit van het textiel. Textiel kan hergebruikt of gerecycled worden nadat het één keer is gedragen/gewassen, tien keer is gedragen/gewassen of honderd keer is gedragen/gewassen. De kwaliteit van het textiel vermindert in de gebruikersfase. Dus in de eerste cyclus zou het kunnen dat het textiel hergebruikt of gerecycled kan worden, maar in de tweede cyclus zou het kunnen dat het textiel zodanig is versleten dat het niet nog een keer hergebruikt of gerecycled kan worden. Of het kan juist zijn dat het textiel nauwelijks gebruikt wordt, wat resulteert in dat het vaker hergebruikt of gerecycled kan worden. De invloed van de gebruiksfase is niet meegenomen, omdat er geen gegevens zijn van hoe vaak textiel hergebruikt of gerecycled wordt.

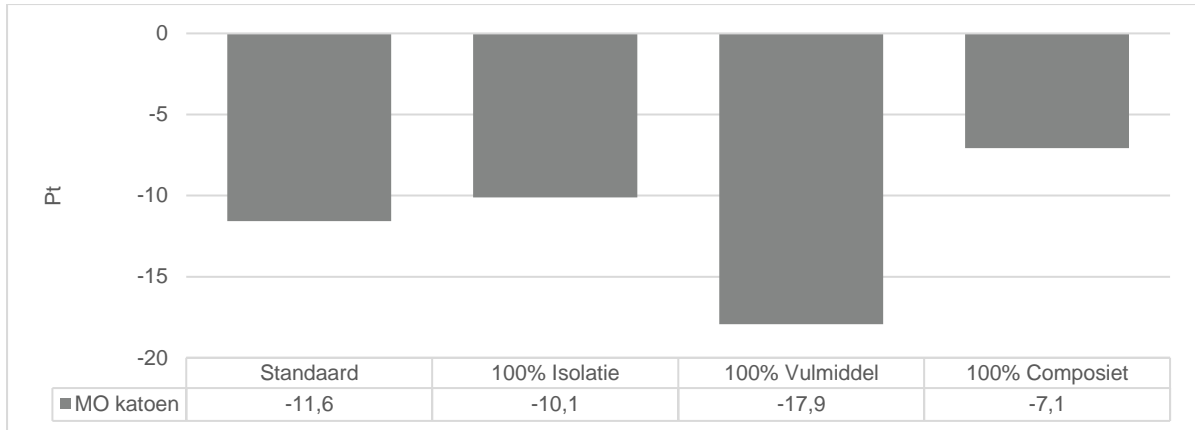
4.2.1. Mechanisch open loop recycling

Er zijn vier gevoeligheidsanalyses gedaan bij mechanisch open loop recycling. De eerste is betreft de verwerking scenario's van katoenafval. De scenario's, in Figuur 20, die zijn meegenomen zijn de standaard (10% recycling, 85% verbranding en 5% stort), 50% recycling (45% verbranding en 5% stort), 100% recycling, en 50% recycling 50% verbranding. Wat opvalt is dat 50% recylen 50% verbranden een lagere milieu impact heeft dan 100% recylen. Dit komt doordat er bij het verbranden van katoen biogeen koolstofdioxide vrijkomt welke niet gekarakteriseerd wordt in de gebruikte methode.



Figuur 20: Afvalscenario's van katoen

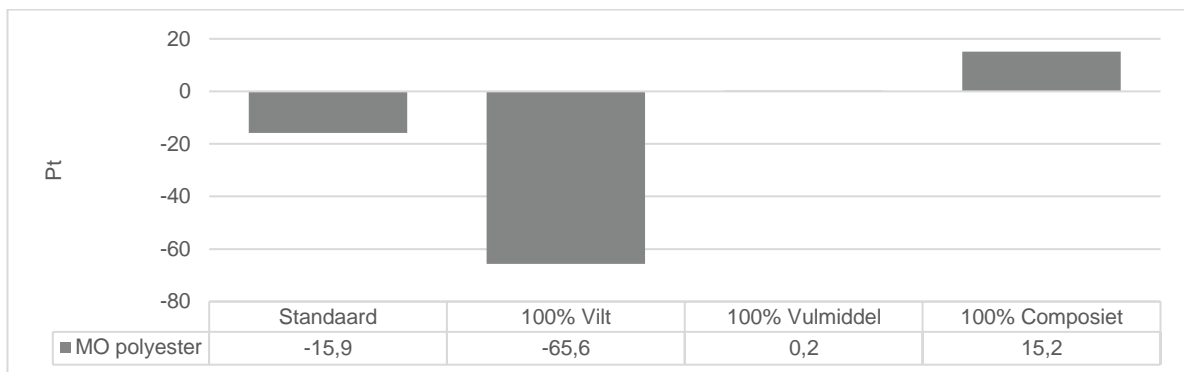
De tweede analyse gaat over de verdeling van open loop de diverse vermeden producten. Het hoofdscenario gaat er vanuit dat de katoen open loop verwerking bestaat uit het vermijden van isolatiemateriaal, vulmiddel en composieten, in gelijke hoeveelheden. De alternatieve scenario's zijn te vinden in Figuur 21, waarin er wordt gekeken naar 100% isolatiemateriaal, 100% vulmiddel, en 100% composieten als vermeden producten. De hoogste impact is door composieten, en de laagste door vulmiddelen. De vermeden impact van PU schuim is hoger dan die van steenwol en houtvezel.



Figuur 21: Verwerkingstechnieksenario's van katoen

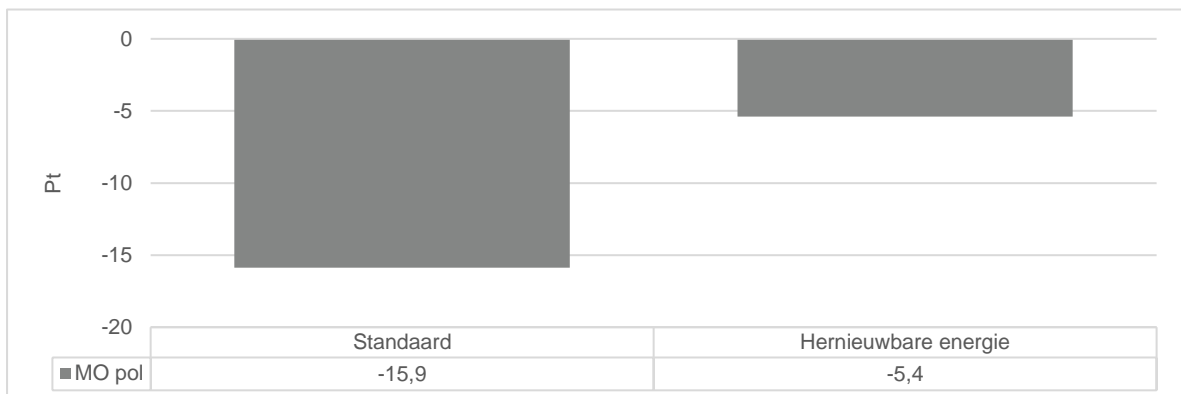
Dezelfde gevoeligheidsanalyse is gedaan voor polyester. Er is hier gekeken naar de impact van vilt, vulmiddel en composieten zoals te zien in Figuur 22. De hoogste impact is in de 100% composiet scenario. Vilt heeft een lage impact vanwege het vermijden polyester. Polyester zelf heeft een hoge impact, waardoor het vermijden een hoge negatieve impact geeft.

Daarbij is er verschil te zien in de scenario's van 100% vulmiddel en 100% composiet gemaakt van gerecycled katoen of gerecycled polyester. Dit komt doordat polyester een hogere impact heeft tijdens verwerking door verbranding (wat je ziet bij 100% composiet) dan katoen.



Figuur 22: Verwerkingstechnieksenario's van polyester

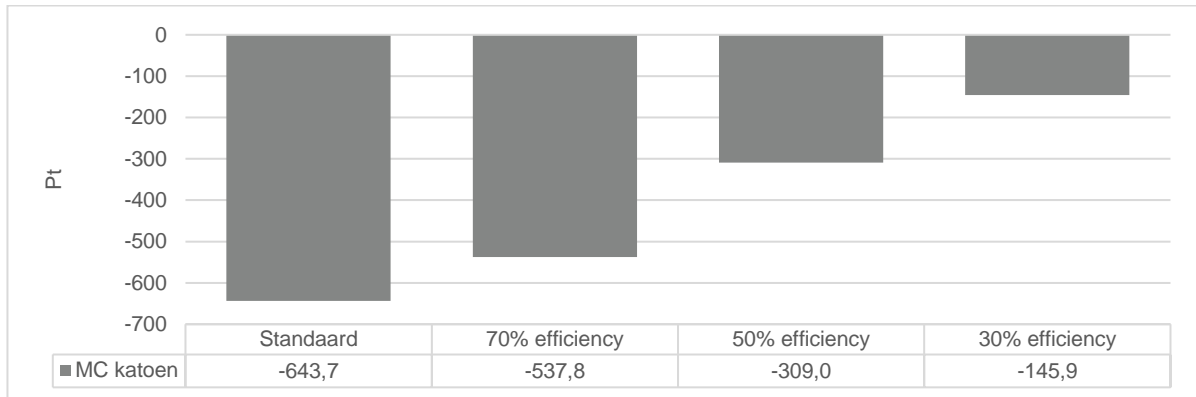
De vierde analyse gaat over de keuze van het proces voor vermeden energie daar waar verbranding een relevante rol speelt, in dit geval bij mechanische open loop recycling van polyester. De standaard gaat van een Nederlandse marktmix voor elektriciteit uit. Bij het andere scenario gaan we uit van 100% duurzame energie met een elektriciteitsmix die bestaat uit ¼ zonne-energie, ¼ bio-energie, ¼ waterenergie en ¼ windenergie. Zoals te zien is in Figuur 23 is de impact lager als voor vermeden energie een duurzame elektriciteitsmix wordt gekozen.



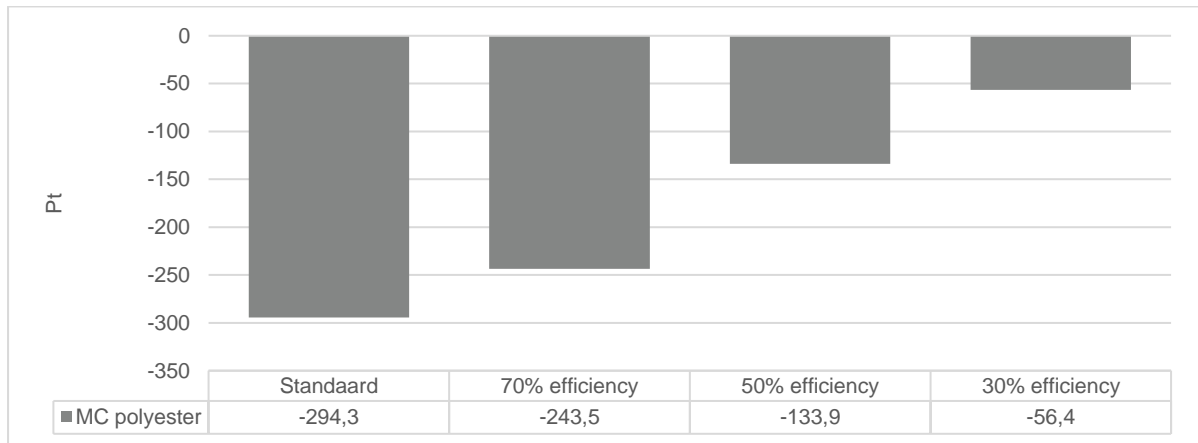
Figuur 23: Energiescenario's van polyester

4.2.2. Mechanisch closed loop recycling

De gevoeligheidsanalyse hier gaat over de efficiency van vezelen katoen en polyester, zoals te zien in Figuur 24 en Figuur 25. Zoals verwacht, een lagere efficiency zorgt voor een minder grote impact.



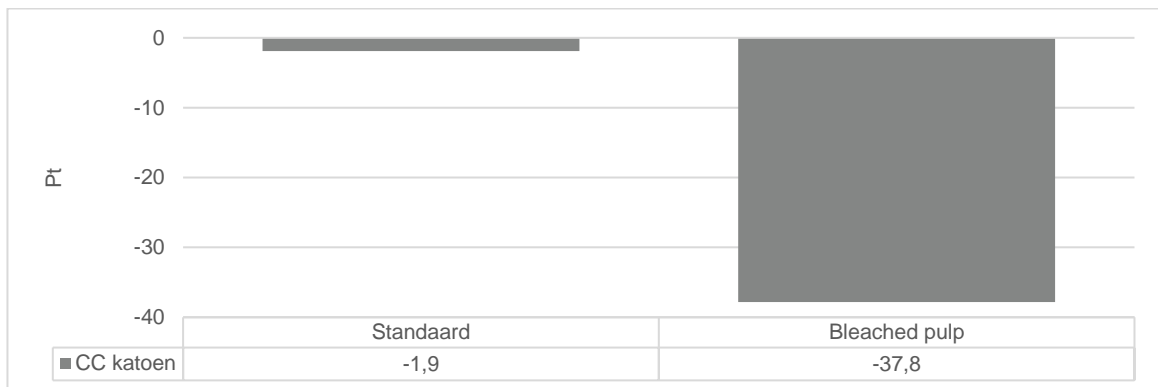
Figuur 24: Efficiëncyscenario's van katoen



Figuur 25: Efficiëncyscenario's van polyester

4.2.3. Chemische recycling

De laatste gevoeligheidsanalyse gaat erover of katoen al gebleekt wordt in het chemisch recycling proces. De standaard analyse gaat er vanuit dat er, nadat er sulfaat pulp van gemaakt wordt, de pulp nog gebleekt moet worden voor verder gebruik. Wanneer dit niet het geval is, kan gebleekte sulfaatpulp uitgespaard worden. Zoals verwacht, als chemisch gerecycled katoen gebleekt sulfaat pulp vervangt, dan is de milieu impact aanzienlijk lager.



Figuur 26: Verwerkingstechniekscenario's katoen

5. CONCLUSIE EN DISCUSSIE

Textiel kent uiteenlopende toepassingen en samenstellingen. Omdat het niet haalbaar was binnen de scope van dit onderzoek om alle mogelijke materialen en blends uit te werken, is een kleine selectie gemaakt van de vele materialen en blends die in textiel gebruikt worden. Deze selectie omvat katoen, polyester en een blend van katoen en polyester. Aangenomen is dat deze materialen het meest toegepast worden en daarmee een representatief beeld geven van textielrecycling.

Op basis van de marktanalyse zijn vier technieken uitgewerkt, namelijk mechanisch recyclen open loop, mechanisch recyclen closed loop, chemisch recyclen en hergebruik. Er zijn meerdere vormen van chemische recycling, maar vanwege onvoldoende data is enkel depolymerisatie uitgewerkt. Het chemisch recyclen van de blend is buiten beschouwing gelaten omdat hiervoor onvoldoende data beschikbaar was.

Het transport binnen Nederland is buiten beschouwing gelaten. Daarnaast is de gebruiksfase niet meegenomen in de berekeningen, waardoor de impact van de duur dat kleding gedragen wordt, en daarmee de kwaliteit van het te recyclen materiaal in de tweede en derde cyclus niet beoordeeld wordt.

De volgende conclusies worden getrokken uit dit onderzoek:

- De beoordeelde recycletechnieken resulteren in milieuwinst, met andere woorden, de milieupact ten gevolge van energie en materiaalgebruik in het recycleproces wegen ruimschoots op tegen de impact die vermeden wordt doordat het recycelaat de productie van nieuwe materialen vermijdt.
- Hergebruik en mechanisch closed loop scoren het beste.
 - o Bij katoen en de blend heeft hergebruik de laagste impact.
 - o Bij polyester heeft mechanisch closed loop recycling de laagste impact.
- Chemisch recyclen gebruikt meer energie en heeft daarmee een hogere impact dan mechanische closed loop recycling. De kwaliteit van het recycelaat is doorgaans beter, maar het kwaliteitsaspect wordt niet beoordeeld in deze studie. Tevens kan chemisch recyclen vaak ook toegepast worden op gedegradeerde vezels, terwijl voor mechanisch recyclen de kwaliteit van het te recyclen materiaal een belangrijke factor is.
- Mechanische open loop recycling resulteert niet in een milieuwinst bij de blend. Dit komt doordat er voor de producten die gemaakt worden van het recycelaat geen goed gedefinieerde inzamelstructuur is, en verondersteld wordt dat deze in de tweede cyclus maar beperkt gerecycled worden. Meer recycling in de tweede en derde cyclus kan leiden tot milieuwinst in dit scenario.
- De materialen die worden vermeden zijn van grote invloed op de behaalde milieuwinst. Bij mechanische open loop recycling van katoen heeft de ingezet van materiaal als vulmiddel de grootste milieuwinst. Bij mechanische open loop recycling van polyester is dit de productie van vilt.
- De gevoeligheidsanalyses laten zien dat verschillende aannames en onzekerheden invloed hebben op de resultaten. Verschillen worden onder andere veroorzaakt door variatie in de toepassingen van het materiaal en het wel of niet recyclen van producten in de tweede en derde cyclus bij mechanische open loop recycling. Daarnaast is variatie te zien in resultaten wanneer hernieuwbare energie aangenomen wordt als vermeden product bij verbranding met energiewinning. In geen van de gevoeligheidsanalyses is een omslagpunt waarbij er door wijzigingen in de scenario's sprake is van milieulast in plaats van milieuwinst. Een uitzondering is het volledig toepassen van recycelaat uit mechanisch open loop recycling in isolatiemateriaal, wat resulteert in milieulasten in plaats van milieuwinst. Hierbij dient vermeld te worden dat de inzamelstructuur en aannames voor de eindeleven fase veel invloed hebben op de resultaten van dit scenario.

Verder is in deze studie geen rekening gehouden met de grootte van afzetmarkten voor het textiel. Ondanks de milieuwinst die in theorie behaald kan worden door mechanisch open loop, closed loop, chemische recycling en hergebruik, is niet uitvoerig beoordeeld hoeveel van het textiel verwerkt kan worden in nieuwe kleding of andere producten. Daarnaast is niet onderzocht wat de verschillen zijn in kosten van de verschillende processen. Wat mogelijk bepalend kan zijn voor de vraag naar een verwerkingsmethode en daarmee bepalend zijn voor de kansrijkheid van de verschillende processen.

6. REFERENTIES

- [1] VANG-hha (2021). Regie op de Textielketen Handboek voor gemeenten. <https://vang-hha.nl/handboeken-0/regie-textielketen/1-kennis-textielketen/1-4-vervuiling-afkeur/>.
- [2] Luiken A. (2015). Textiel recycling, een overzicht: Een basis voor een circulaire economie. Alcon Advies, Wierden.
- [3] RWS. LAP3 F12 Wel/niet lijsten. Textiel <https://lap3.nl/beleidskader/deel-f-bijlagen/f12/>.
- [4] Fashion takes Action (2021). A Feasibility Study of Textile Recycling in Canada. Commissioned by Environment and Climate Change Canada.
- [5] FFact (2018). Massabalans textiel 2018. <https://www.ffact.nl/wp-content/uploads/2020/04/Rapport-massabalans-textiel-2018-20200327.pdf>.
- [6] „RWS (2021). Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2021. Gemiddelde driejaarlijkse samenstelling 2020.”.
- [7] Modint. (2019, oktober 14). Is dit "Fast Fashion"? Wat is jouw mening? Retrieved april 22, 2020, from <https://modint.nl/2019/10/14/is-dit-fast-fashion/>.
- [8] Maldini, I. L. (2017). Measuring the Dutch clothing mountain - Data for sustainability-oriented studies and actions in the apparel sector. Hogeschool van Amsterdam, Modint, MVO Nederland, Saxion, Sympony, Circle Economy..
- [9] Watson, D. D. (2016). Exports of Nordic Used Textiles - Fate, benefits and impacts. Denemarken: Nordic Council of Ministers..
- [10] Milieu Centraal, „Kleding, textiel en schoenen,” [Online]. Available: <https://www.milieucentraal.nl/minder-afval/afval-scheiden/kleding-textiel-en-schoenen/>.
- [11] CPB. (2019). Textiel als secundaire grondstof. Centraal Planbureau. Retrieved from <https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/CPB-Achtergronddocument-nov2019-Textiel-als-secundaire-grondstof.pdf>.
- [12] Interreg RETEX resultaten, 12 maart 2021.
- [13] EURECO, „Kwaliteit van textiel in het huishoudelijk restafval.” 2010.
- [14] Luiken, A. & Havik, M. (2016). Spinning of recycled fibers: an inventory. MONDINT. Alcon Advies, Wierden..
- [15] Interreg RETEX (2020). Life cycle inventories from thermoplastic recycling of 100% polyester waste. (03 dec 2020).
- [16] Tech for Future, „Cotton recycling,” [Online]. Available: <https://techforfuture.nl/onderzoek/afgerond/saxcell/>.
- [17] Van Eijk, F. (2018). Chemisch recyclen: een panacee voor de circulaire economie?. LinkedIn. <https://nl.linkedin.com/pulse/chemisch-recyclen-een-panacee-voor-de-circulaire-freek-van-eijk>.

- [18] SaXcell, „Regenerated ‘virgin’ cellulose fiber from cotton waste,” [Online]. Available: <https://saxcell.com/newfibre>.
- [19] Liu, L., Yao, H., Zhou, Q., Yao, X., Yan, D., Xu, J., & Lu, X. (2022). Recycling of full components of polyester/cotton blends catalyzed by betaine-based deep eutectic solvents. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(3), 107512..
- [20] Hou, W., Ling, C., Shi, S., Yan, Z., Zhang, M., Zhang, B., & Dai, J. (2018). Separation and characterization of waste cotton/polyester blend fabric with hydrothermal method. *Fibers and Polymers*, 19(4), 742-750..
- [21] Asaadi, S., Hummel, M., Hellsten, S., Härkäsalmi, T., Ma, Y., Michud, A., & Sixta, H. (2016). Renewable high-performance fibers from the chemical recycling of cotton waste utilizing an ionic liquid. *ChemSusChem*, 9(22), 3250-3258..
- [22] Quartinello, F., Vecchiato, S., Weinberger, S., Kremenser, K., Skopek, L., Pellis, A., & Guebitz, G. M. (2018). Highly selective enzymatic recovery of building blocks from wool-cotton-polyester textile waste blends. *Polymers*, 10(10), 1107..
- [23] Ministerie IenW, „Landelijk afvalbeheerplan, bijlage 9; Uitvoeren van LCA's i.r.t. het LAP (december 2017),” [Online]. Available: https://lap3.nl/publish/pages/121785/lap3_f9_lca_19_07_2019.pdf.
- [24] Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9), 1218-1230.
- [25] Huijbregts, M. A., Steinmann, Z. J., Elshout, P. M., Stam, G., Verones, F., Vieira, M., ... & van Zelm, R. (2017). ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level., *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(2), 138-147.
- [26] Schriftelijke mededeling over bruto rendement in het jaar 2022, door RWS-WVL in 2024.
- [27] Reimann, D. O. (2012). CEWEP energy report III. Scientific & Technical Advisor to CEWEP, Bamberg Dezember..
- [28] Nationale Milieu Database (2022). Forfaitaire waarden voor verwerking-scenario's einde leven behorende bij: Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken.
- [29] Ellen Macarthur Foundation. (2017). <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy>.

BIJLAGES

Bijlage A: Opbouw LCA model

De oranje regels in de onderstaande tabel is de naam van het proces die gemodelleerd is. De grijze rijen zijn de ecoinvent processen in SimaPro met hoeveelheden die gebruikt zijn voor de modellering van bijvoorbeeld sorteren, vervezelen etc.

Processen sorteren / vervezelen	Hoeveelheid	Eenheid	Toelichting
Sorteren	1	ton	
o.b.v. 31,7 MJ - Heat, district or industrial, natural gas {RER} market group for Cut-off, U	*	m3	Gegevens van een bedrijf, voorsorteren
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf, voorsorteren en fijnsorteren
Water/m3	*	m3	Gegevens van een bedrijf, voorsorteren
Vervezelen en productie composieten	1	ton	
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf, elektriciteitsgebruik
Vervezelen en productie garen	1	ton	
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf, voor hakken schoonmaken vervezelen en spinnen
Additief (o.b.v. MSDS)	*	l	Gegevens van een bedrijf, voor hakken schoonmaken vervezelen en spinnen
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf, voor sorteren
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf, voor spinnen
Vervezelen en productie isolatiemateriaal	1	ton	
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens ecoinvent, voor hakken schoonmaken vervezelen en spinnen
Additief (o.b.v. MSDS)	*	l	Gegevens van een bedrijf, voor hakken schoonmaken vervezelen en spinnen
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens ecoinvent, non-woven polyester
Vervezelen en productie PET	1	ton	
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf
Heat, district or industrial, natural gas {RER} market group for Cut-off, U	*	MJ	Gegevens van een bedrijf
Steam, in chemical industry {RER} production Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf
Ethylene glycol {RER} production Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf
Activated carbon, granular {RER} activated carbon production, granular from hard coal Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf
Activated carbon, granular {RER} treatment of spent activated carbon, granular from hard coal, reactivation Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf
Nitrogen, liquid {RER} market for Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf
Compressed air, 1200 kPa gauge {RER} market for compressed air, 1200 kPa gauge Cut-off, U	*	m3	Gegevens van een bedrijf
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf
Ethylene glycol {RER} production Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf
Waste polyethylene {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf
Vervezelen en productie sulfaat pulp	1	ton	
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf
Heat, district or industrial, natural gas {RER} market group for Cut-off, U	*	MJ	Gegevens van een bedrijf
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO} market for Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf, conservatieve aannames



Sulfuric acid {RER} market for sulfuric acid Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf, conservatieve aannames
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf, voor wassen
Wastewater from textile production {GLO} market for wastewater from textile production Cut-off, U	*	l	Gegevens van een bedrijf
Vervezelen en productie vilt	1	ton	
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens ecoinvent, voor hakken schoonmaken vervezelen en spinnen
Additief (o.b.v. MSDS)	*	l	Gegevens van een bedrijf, voor hakken schoonmaken vervezelen en spinnen
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens ecoinvent, non-woven polyester
Vervezelen en productie vulmiddelen	1	ton	
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens ecoinvent, voor hakken schoonmaken vervezelen en spinnen
Additief (o.b.v. MSDS)	*	l	Gegevens van een bedrijf, voor hakken schoonmaken vervezelen en spinnen
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf, voor sorteren
Processen Overig	Hoeveelheid	Eenheid	Toelichting
Mechanisch closed katoen van een bedrijf	1	ton	
Additief (o.b.v. MSDS)	*	l	Gegevens van een bedrijf over additief
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over watergebruik
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over watergebruik
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf over elektriciteit
Waste graphical paper {RoW} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over recycling afval
Waste graphical paper {RoW} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over cleaning afval
Additief (o.b.v. MSDS)	*	l	
Dimethylaminopropylamine {GLO} market for dimethylaminopropylamine Cut-off, U	*	g	Gegevens van bedrijven
Benzyl chloride {RER} market for benzyl chloride Cut-off, U	*	g	Gegevens van bedrijven
Bedrijfsproces	1	ton	
Tap water {RER} market group for Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over watergebruik
Additief (o.b.v. MSDS)	*	l	Gegevens van een bedrijf over additief
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf over elektriciteit sorteren
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	*	kWh	Gegevens van een bedrijf over elektriciteit spinnen
Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	*	tkm	Gegevens van een bedrijf over transport
Waste graphical paper {RoW} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over verlies pullen
Waste plastic, mixture {RoW} treatment of waste plastic, mixture, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over verlies pullen
Waste graphical paper {RoW} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over verlies knippen
Waste plastic, mixture {RoW} treatment of waste plastic, mixture, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over verlies knippen
Waste graphical paper {RoW} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over verlies spinnen
Waste plastic, mixture {RoW} treatment of waste plastic, mixture, municipal incineration Cut-off, U	*	kg	Gegevens van een bedrijf over verlies spinnen
Processen Storten	Hoeveelheid	Eenheid	Toelichting
Storten blend buitenland, per ton	1	ton	



Waste polyethylene terephthalate {RoW} treatment of waste polyethylene terephthalate, sanitary landfill Cut-off, U	0,5	ton	Stort blend, 50% polyester, storten buitenland
Waste graphical paper {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,5	ton	Stort blend, 50% katoen, storten buitenland
Storten blend, per ton	1	ton	
Waste polyethylene terephthalate {CH} treatment of waste polyethylene terephthalate, sanitary landfill Cut-off, U	0,5	ton	Stort blend, 50% polyester, storten NL
Waste graphical paper {CH} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,5	ton	Stort blend, 50% katoen, storten NL
Storten katoen buitenland, per ton	1	ton	
Waste graphical paper {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	1	ton	Stort katoen, storten buitenland
Storten PET, per ton	1	ton	
Waste polyethylene terephthalate {CH} treatment of waste polyethylene terephthalate, sanitary landfill Cut-off, U	1	ton	Stort PET, storten NL
Storten polyester buitenland, per ton	1	ton	
Waste polyethylene terephthalate {RoW} treatment of waste polyethylene terephthalate, sanitary landfill Cut-off, U	1	ton	Stort polyester, storten buitenland
Storten schuim (PU), per ton	1	ton	
Waste polyurethane {CH} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	1	ton	Stort schuim (PU), storten NL
Storten steenwol, per ton	1	ton	
Waste mineral wool, for final disposal {Europe without Switzerland} treatment of waste mineral wool, inert material landfill Cut-off, U	1	ton	Stort steenwol, storten NL
Processen verbranding	Hoeveelheid	Eenheid	Toelichting
Verbranden 100% katoen, per ton	1	ton	
Waste graphical paper {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding katoen, graphic paper, NL verbranding
Verbranden 100% metaal buitenland, per ton	1	ton	
Scrap steel {RoW} treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding metaal, scrap steel, buitenlandse verbranding
Verbranden 100% metaal, per ton	1	ton	
Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding metaal, scrap steel, NL verbranding
Verbranden 100% polyester, per ton	1	ton	
Waste polyethylene terephthalate {CH} treatment of waste polyethylene terephthalate, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding polyester, PET, NL verbranding
Verbranden 50% polyester en 50% katoen buitenland, per ton	1	ton	
Waste plastic, mixture {RoW} treatment of waste plastic, mixture, municipal incineration Cut-off, U	0,5	ton	Verbranding blend, 50% polyester, buitenlandse verbranding
Waste graphical paper {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,5	ton	Verbranding blend, 50% katoen, buitenlandse verbranding
Verbranden 50% polyester en 50% katoen, per ton	1	ton	
Waste plastic, mixture {RoW} treatment of waste plastic, mixture, municipal incineration Cut-off, U	0,5	ton	Verbranding blend, 50% polyester, NL verbranding
Waste graphical paper {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	0,5	ton	Verbranding blend, 50% katoen, NL verbranding
Verbranden algemeen afval, per ton	1	ton	
Municipal solid waste {NL} treatment of, incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding algemeen afval, NL verbranding
Verbranden houtvezel, per ton	1	ton	
Waste wood, untreated {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding composiet, houtvezel, NL verbranding
Verbranden katoen buitenland, per ton	1	ton	
Waste graphical paper {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	1	ton	Verbranding katoen, graphic paper, buitenlandse verbranding
Verbranden PET, per ton	1	ton	



Waste polyethylene terephthalate {CH} treatment of waste polyethylene terephthalate, municipal incineration with fly ash extraction Cut-off, U	1	ton	Verbranding PET, NL verbranding
Verbranden plastics buitenland, per ton	1	ton	
Waste plastic, mixture {RoW} treatment of waste plastic, mixture, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding plastics, buitenlandse verbranding
Verbranden plastics, per ton	1	ton	
Waste plastic, mixture {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding plastics, NL verbranding
Verbranden polyester buitenland, per ton	1	ton	
Waste polyethylene terephthalate {RoW} treatment of waste polyethylene terephthalate, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding polyester, PET, buitenlandse verbranding
Verbranden schuim (PU), per ton	1	ton	
Waste polyurethane {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding vulmiddel, PU schuim, NL verbranding
Verbranden steenwol, per ton	1	ton	
Waste glass {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	1	ton	Verbranding isolatiemateriaal, steenwol, NL verbranding
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van algemeen afval), per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	1870	kWh	Verbranding algemeen afval, vermeden elektriciteit, NL, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	2220	MJ	Verbranding algemeen afval, vermeden gas, NL, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van blend) buitenland, per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {RER} market group for Cut-off, U	1040	kWh	Verbranding blend, 50% katoen, vermeden elektriciteit, buitenland, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	1940	MJ	Verbranding blend, 50% katoen, vermeden gas, buitenland, ecoinvent
Electricity, high voltage {RER} market group for Cut-off, U	1720	kWh	Verbranding blend, 50% polyester, vermeden elektriciteit, buitenland, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	3210	MJ	Verbranding blend, 50% polyester, vermeden gas, buitenland, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van blend), per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	1110	kWh	Verbranding blend, 50% katoen, vermeden elektriciteit, NL, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	1310	MJ	Verbranding blend, 50% katoen, vermeden gas, NL, ecoinvent
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	1840	kWh	Verbranding blend, 50% polyester, vermeden elektriciteit, NL, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	2180	MJ	Verbranding blend, 50% polyester, vermeden gas, NL, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van houtvezel), per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	2210	kWh	Verbranding composiet, houtvezel, NL, vermeden elektriciteit, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	2630	MJ	Verbranding composiet, houtvezel, NL, vermeden gas, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van katoen) buitenland, per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {RER} market group for Cut-off, U	2080	kWh	Verbranding katoen, vermeden elektriciteit, buitenland, ecoinvent



Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	3880	MJ	Verbranding katoen, vermeden gas, buitenland, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van katoen), per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	2210	kWh	Verbranding katoen, vermeden elektriciteit, NL, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	2630	MJ	Verbranding katoen, vermeden gas, NL, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van PET), per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	3670	kWh	Verbranding PET, vermeden elektriciteit, NL, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	4360	MJ	Verbranding PET, vermeden gas, NL, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van plastic), per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	4930	kWh	Verbranding plastic, vermeden elektriciteit, NL, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	5850	MJ	Verbranding plastic, vermeden gas, NL, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van plastic), per ton (buitenland)	1	ton	
Electricity, high voltage {RER} market group for Cut-off, U	4620	kWh	Verbranding plastic, vermeden elektriciteit, buitenland, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	8620	MJ	Verbranding plastic, vermeden gas, buitenland, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van polyester) buitenland, per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {RER} market group for Cut-off, U	3440	kWh	Verbranding polyester, vermeden elektriciteit, buitenland, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	6430	MJ	Verbranding polyester, vermeden gas, buitenland, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van polyester), per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	3670	kWh	Verbranding polyester, vermeden elektriciteit, NL, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	4360	MJ	Verbranding polyester, vermeden gas, NL, ecoinvent
Vermeden product (warmte en elektriciteit door verbranding van PU schuim), per ton	1	ton	
Electricity, high voltage {NL} production mix Cut-off, U	4910	kWh	Verbranding composiet, PU schuim, vermeden elektriciteit, NL, ecoinvent
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U	5830	MJ	Verbranding composiet, PU schuim, vermeden gas, NL, ecoinvent
Processen afval	Hoeveelheid	Eenheid	Toelichting
Afval na vermijden product (houtvezel) blend	1	ton	
Verbranden 50% polyester en 50% katoen, per ton	1	ton	Verbranding blend, houtvezel, verbranding
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van blend), per ton	1	ton	Verbranding blend, houtvezel, vermeden energie
Afval na vermijden product (houtvezel) katoen	1	ton	
Verbranden 100% katoen, per ton	1	ton	Verbranding katoen, houtvezel, verbranding
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van katoen), per ton	1	ton	Verbranding katoen, houtvezel, vermeden energie



Afval na vermijden product (houtvezel) polyester	1	ton	
Verbranden 100% polyester, per ton	1	ton	Verbranding polyester, houtveel, verbranding
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van PET), per ton	1	ton	Verbranding polyester, houtvezel, vermeden energie
Afval na vermijden product (isolatiemateriaal) blend	1	ton	
Verbranden 50% polyester en 50% katoen, per ton	0,05	ton	Verbranding blend, isolatiemateriaal, verbranding
Storten blend, per ton	0,85	ton	Verbranding blend, isolatiemateriaal, stort
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van blend), per ton	0,05	ton	Verbranding blend, isolatiemateriaal, vermeden energie
Afval na vermijden product (isolatiemateriaal) katoen	1	ton	
Verbranden 100% katoen, per ton	0,05	ton	Verbranding katoen, isolatiemateriaal, verbranding
Storten katoen, per ton	0,85	ton	Verbranding katoen, isolatiemateriaal, stort
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van katoen), per ton	0,05	ton	Verbranding katoen, isolatiemateriaal, vermeden energie
Afval na vermijden product (schuim PU) blend	1	ton	
Verbranden 50% polyester en 50% katoen, per ton	0,05	ton	Verbranding blend, PU schuim, verbranding
Storten blend, per ton	0,85	ton	Verbranding blend, PU schuim, stort
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van blend), per ton	0,05	ton	Verbranding blend, PU schuim, vermeden energie
Afval na vermijden product (schuim PU) katoen	1	ton	
Verbranden 100% katoen, per ton	0,05	ton	Verbranding katoen, PU schuim, verbranding
Storten katoen, per ton	0,85	ton	Verbranding katoen, PU schuim, stort
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van katoen), per ton	0,05	ton	Verbranding katoen, PU schuim, vermeden energie
Afval na vermijden product (schuim PU) polyester	1	ton	
Verbranden 100% polyester, per ton	0,05	ton	Verbranding polyester, PU schuim, verbranding
Storten PET, per ton	0,85	ton	Verbranding polyester, PU schuim, stort
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van PET), per ton	0,05	ton	Verbranding polyester, PU schuim, vermeden energie
Afval na vermijden product (vilt) polyester	1	ton	
Verbranden PET, per ton	0,05	ton	Verbranding polyester, vilt, verbranding
Storten PET, per ton	0,85	ton	Verbranding polyester, vilt, stort
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van PET), per ton	0,05	ton	Verbranding polyester, vilt, vermeden energie
Afval uit recycling (blend) Nederland	1	ton	
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van plastic), per ton	0,333	ton	Verbranding blend, plastic, vermeden energie, NL
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van blend), per ton	0,333	ton	Verbranding blend, blend, vermeden energie, NL
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van metaal), per ton	0,333	ton	Verbranding blend, metaal, vermeden energie, NL
Verbranden plastics, per ton	0,333	ton	Verbranding blend, plastic, verbranding, NL
Verbranden 50% polyester en 50% katoen, per ton	0,333	ton	Verbranding blend, blend, verbranding, NL
Verbranden 100% metaal, per ton	0,333	ton	Verbranding blend, metaal, verbranding, NL
Afval uit recycling (katoen)	1	ton	
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van plastic), per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, plastic, vermeden energie, NL
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van katoen), per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, katoen, vermeden energie, NL
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van metaal), per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, metaal, vermeden energie, NL



Verbranden plastics, per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, plastic, verbranding, NL
Verbranden 100% katoen, per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, katoen, verbranding, NL
Verbranden 100% metaal, per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, metaal, verbranding, NL
Afval uit recycling (polyester) Nederland	1	ton	
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van plastic), per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, plastic, vermeden energie, NL
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van polyester), per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, polyester, vermeden energie, NL
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van metaal), per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, metaal, vermeden energie, NL
Verbranden plastics, per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, plastic, verbranding, NL
Verbranden 100% polyester, per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, polyester, verbranding, NL
Verbranden 100% metaal, per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, metaal, verbranding, NL
Afval uit sorteren (blend) (buitenland verbranding)	1	ton	
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van plastic), per ton (buitenland)	0,333	ton	Verbranding blend, plastic, vermeden energie, buitenland
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van blend) buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding blend, blend, vermeden energie, buitenland
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van metaal), per ton (buitenland)	0,333	ton	Verbranding blend, metaal, vermeden energie, buitenland
Verbranden plastics buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding blend, plastic, verbranding, buitenland
Verbranden 50% polyester en 50% katoen buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding blend, blend, verbranding, buitenland
Verbranden 100% metaal buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding blend, metaal, verbranding, buitenland
Afval uit sorteren (katoen) (buitenland verbranding)	1	ton	
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van plastic), per ton (buitenland)	0,333	ton	Verbranding katoen, plastic, vermeden energie, buitenland
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van katoen) buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, katoen, vermeden energie, buitenland
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van metaal), per ton (buitenland)	0,333	ton	Verbranding katoen, metaal, vermeden energie, buitenland
Verbranden plastics buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, plastic, verbranding, buitenland
Verbranden katoen buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, katoen, verbranding, buitenland
Verbranden 100% metaal buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding katoen, metaal, verbranding, buitenland
Afval uit sorteren (polyester) (buitenland verbranding)	1	ton	
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van plastic), per ton (buitenland)	0,333	ton	Verbranding polyester, plastic, vermeden energie, buitenland
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van polyester) buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, polyester, vermeden energie, buitenland
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van metaal), per ton (buitenland)	0,333	ton	Verbranding polyester, metaal, vermeden energie, buitenland
Verbranden plastics buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, plastic, verbranding, buitenland
Verbranden polyester buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, polyester, verbranding, buitenland
Verbranden 100% metaal buitenland, per ton	0,333	ton	Verbranding polyester, metaal, verbranding, buitenland
Afval uit sortering	1	ton	
Verbranden algemeen afval, per ton	1	ton	Verbranding sortering, algemeen afval, verbranding
Vermeden product (warmte en elektriciteit i.v.m. verbranding van algemeen afval), per ton	1	ton	Verbranding sortering, algemeen afval, vermeden energie
Processen vermeden producten	Hoeveelheid	Eenheid	Toelichting



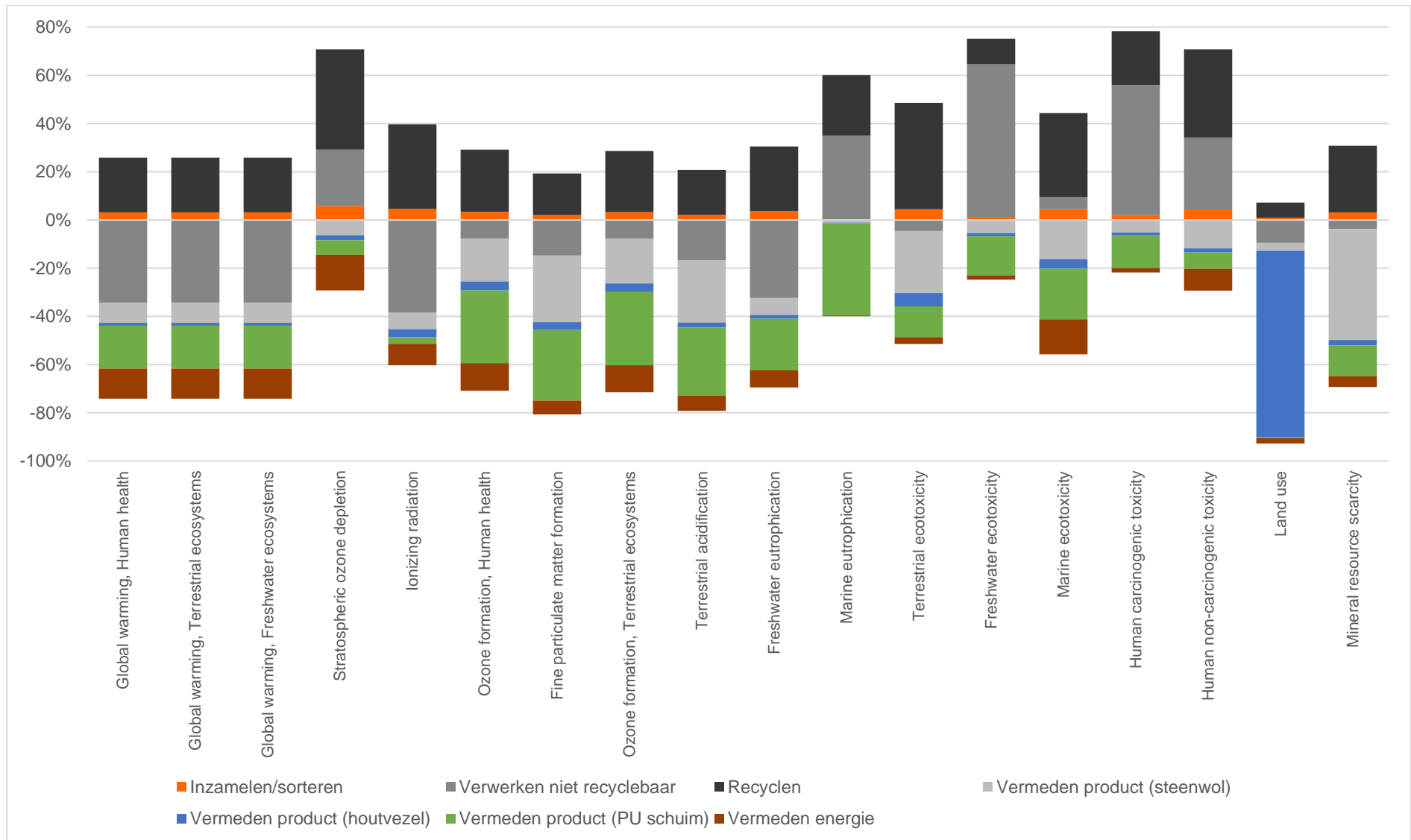
Vermeden product (garen blend)	1	ton	
Textile, non-woven polyester {GLO} market for textile, non woven polyester Cut-off, U	0,5	ton	Vermeden blend, 50% polyester, vermeden garen
Yarn, cotton {GLO} market for yarn, cotton Cut-off, U	0,5	ton	Vermeden blend, 50% katoen, vermeden garen
Vermeden product (garen katoen)	1	ton	
Yarn, cotton {GLO} market for yarn, cotton Cut-off, U	-1	ton	Vermeden katoen, vermeden garen
Vermeden product (garen polyester)	1	ton	
Textile, non-woven polyester {GLO} market for textile, non woven polyester Cut-off, U	1	ton	Vermeden polyester, vermeden garen
Vermeden product (garen viscose)	1	ton	
Fibre, viscose {GLO} market for fibre, viscose Cut-off, U	1	ton	Vermeden viscose, vermeden garen
Vermeden product (houtvezel)	1	ton	
Saw dust, wet, measured as dry mass {GLO} market for Cut-off, U	1	ton	Vermeden houtvezel, vermeden composiet
Vermeden product (PET)	1	ton	
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} production Cut-off, U	1	ton	Vermeden PET, vermeden PET
Vermeden product (PU schuim)	1	ton	
Polyurethane, flexible foam {RER} market for polyurethane, flexible foam Cut-off, U	0,1	ton	Vermeden PU schuim, vermeden vulmiddel, volume
Vermeden product (steenwol)	1	ton	
Stone wool {GLO} market for stone wool Cut-off, U	0,2	ton	Vermeden steenwol, vermeden isolatiemateriaal, volume
Vermeden product (sulfaat pulp)	1	ton	
Sulfate pulp, bleached {RER} market for sulfate pulp, bleached Cut-off, U	-110	ton	Vermeden sulfaat pulp, vermeden sulfaat pulp, ecoinvent proces
Sulfate pulp, bleached {RoW} market for sulfate pulp, bleached Cut-off, U	-634	ton	Vermeden sulfaat pulp, vermeden sulfaat pulp, ecoinvent proces
Vermeden product (textiel-katoen)	1	ton	
Textile, non-woven polyester {GLO} market for textile, non woven polyester Cut-off, U	0	ton	Vermeden blend, 50% polyester, vermeden textiel
Textile, woven cotton {GLO} market for Cut-off, U	1	ton	Vermeden blend, 50% katoen, vermeden textiel
Vermeden product (textiel-polyester)	1	ton	
Textile, non-woven polyester {GLO} market for textile, non woven polyester Cut-off, U	1	ton	Vermeden polyester, vermeden textiel
Vermeden product (textiel-blend)	1	ton	
Textile, non-woven polyester {GLO} market for textile, non woven polyester Cut-off, U	0,5	ton	Vermeden polyester, vermeden textiel
Textile, woven cotton {GLO} market for Cut-off, U	0,5	ton	Vermeden katoen, vermeden textiel

*Vertrouwelijk



Bijlage B: Midpoints mechanisch recycelen open loop katoen

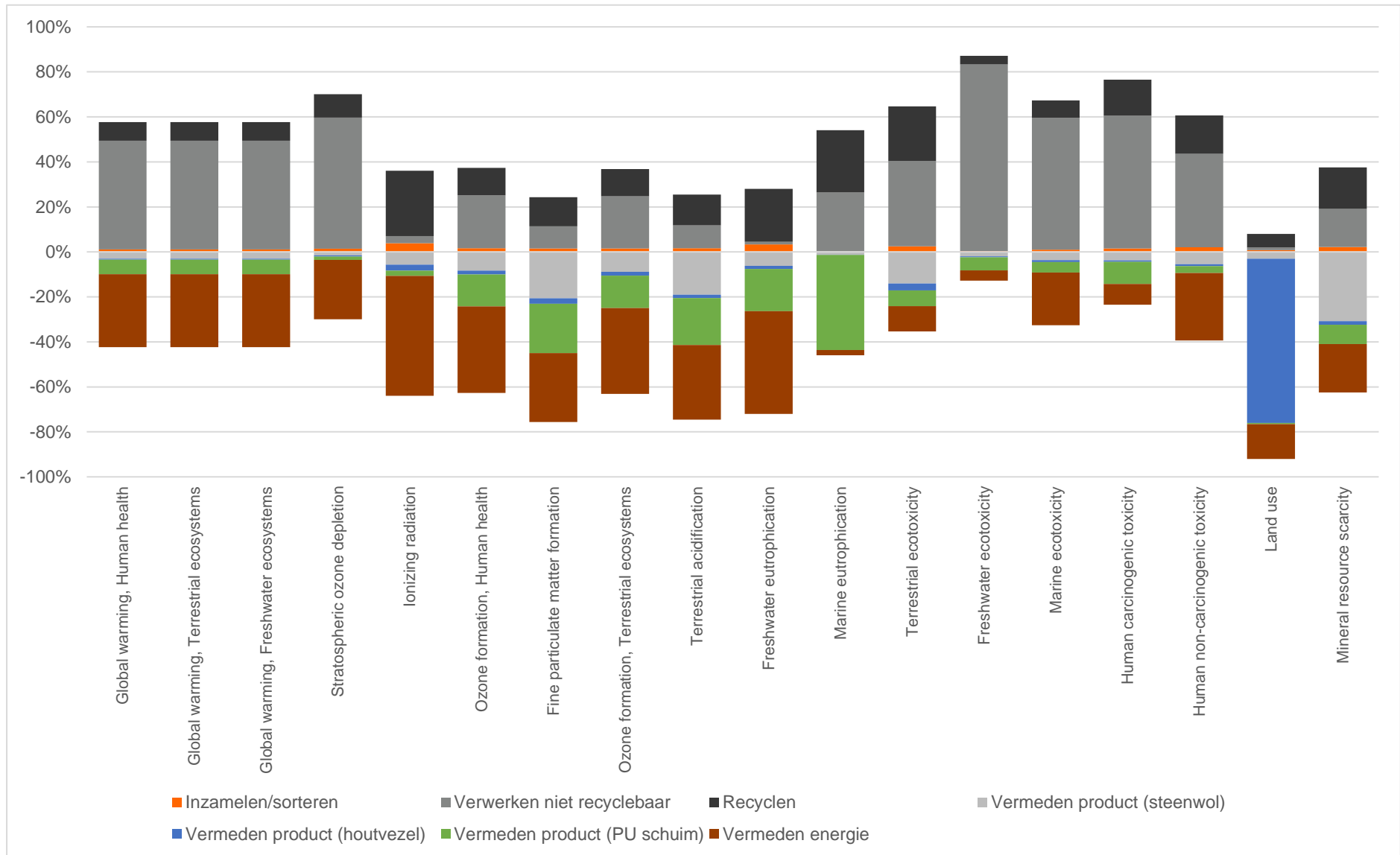
Impact category	Unit	Total	Inzamelen /sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden product (steenwol)	Vermeden product (houtvezel)	Vermeden product (PU schuim)	Vermeden energie
Global warming, Human health	DALY	-3,75E-04	2,44E-05	-2,67E-04	1,77E-04	-6,45E-05	-9,60E-06	-1,38E-4	-9,69E-05
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	-1,13E-06	7,36E-08	-8,05E-07	5,33E-07	-1,95E-07	-2,90E-08	-4,17E-07	-2,92E-07
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	-3,09E-11	2,01E-12	-2,20E-11	1,46E-11	-5,31E-12	-7,91E-13	-1,14E-11	-7,99E-12
Stratospheric ozone depletion	DALY	5,18E-08	7,28E-09	2,91E-08	5,19E-08	-7,87E-09	-2,57E-09	-7,63E-09	-1,84E-08
Ionizing radiation	DALY	-5,31E-09	1,20E-09	-9,91E-09	9,02E-09	-1,76E-09	-8,39E-10	-7,04E-10	-2,32E-09
Ozone formation, Human health	DALY	-3,73E-07	3,00E-08	-7,02E-08	2,31E-07	-1,58E-07	-3,24E-08	-2,70E-07	-1,02E-07
Fine particulate matter formation	DALY	-2,45E-04	8,14E-06	-5,90E-05	6,90E-05	-1,10E-04	-1,31E-05	-1,17E-04	-2,30E-05
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-5,65E-08	4,31E-09	-1,03E-08	3,34E-08	-2,44E-08	-4,74E-09	-4,01E-08	-1,47E-08
Terrestrial acidification	species.yr	-2,14E-07	8,15E-09	-6,18E-08	6,82E-08	-9,46E-08	-7,60E-09	-1,04E-07	-2,30E-08
Freshwater eutrophication	species.yr	-1,00E-08	9,59E-10	-8,31E-09	6,87E-09	-1,80E-09	-4,23E-10	-5,46E-09	-1,86E-09
Marine eutrophication	species.yr	1,79E-11	1,21E-13	3,09E-11	2,23E-11	-9,80E-13	-1,38E-13	-3,40E-11	-2,63E-13
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-2,70E-10	4,10E-10	-4,22E-10	4,10E-09	-2,39E-09	-5,12E-10	-1,19E-09	-2,65E-10
Freshwater ecotoxicity	species.yr	2,28E-10	4,27E-12	2,87E-10	4,83E-11	-2,44E-11	-6,32E-12	-7,30E-11	-8,12E-12
Marine ecotoxicity	species.yr	-1,13E-11	4,41E-12	5,02E-12	3,45E-11	-1,62E-11	-3,85E-12	-2,08E-11	-1,45E-11
Human carcinogenic toxicity	DALY	1,50E-05	5,63E-07	1,43E-05	5,91E-06	-1,39E-06	-2,46E-07	-3,65E-06	-4,75E-07
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	1,11E-05	1,17E-06	7,93E-06	9,74E-06	-3,12E-06	-4,72E-07	-1,80E-06	-2,39E-06
Land use	species.yr	-4,44E-07	4,49E-09	-4,95E-08	3,31E-08	-1,67E-08	-4,01E-07	-2,95E-09	-1,19E-08
Mineral resource scarcity	USD2013	-8,06E-02	6,66E-03	-7,78E-03	5,77E-02	-9,63E-02	-4,93E-03	-2,66E-02	-9,38E-03
Fossil resource scarcity	USD2013	-5,98E+01	1,58E+00	-4,12E+01	1,34E+01	-4,07E+00	-7,63E-01	-1,96E+01	-9,19E+00
Water consumption, Human health	DALY	-5,75E-06	1,72E-07	-1,08E-06	3,59E-06	-7,92E-07	-6,11E-08	-7,21E-06	-3,69E-07
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-3,92E-08	1,05E-09	-9,84E-09	2,18E-08	-4,97E-09	-4,46E-10	-4,38E-08	-3,00E-09
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-1,90E-12	4,00E-14	-3,09E-13	9,60E-13	-4,25E-13	-7,97E-14	-1,97E-12	-1,14E-13





Bijlage C: Midpoints mechanisch recycelen open loop blend

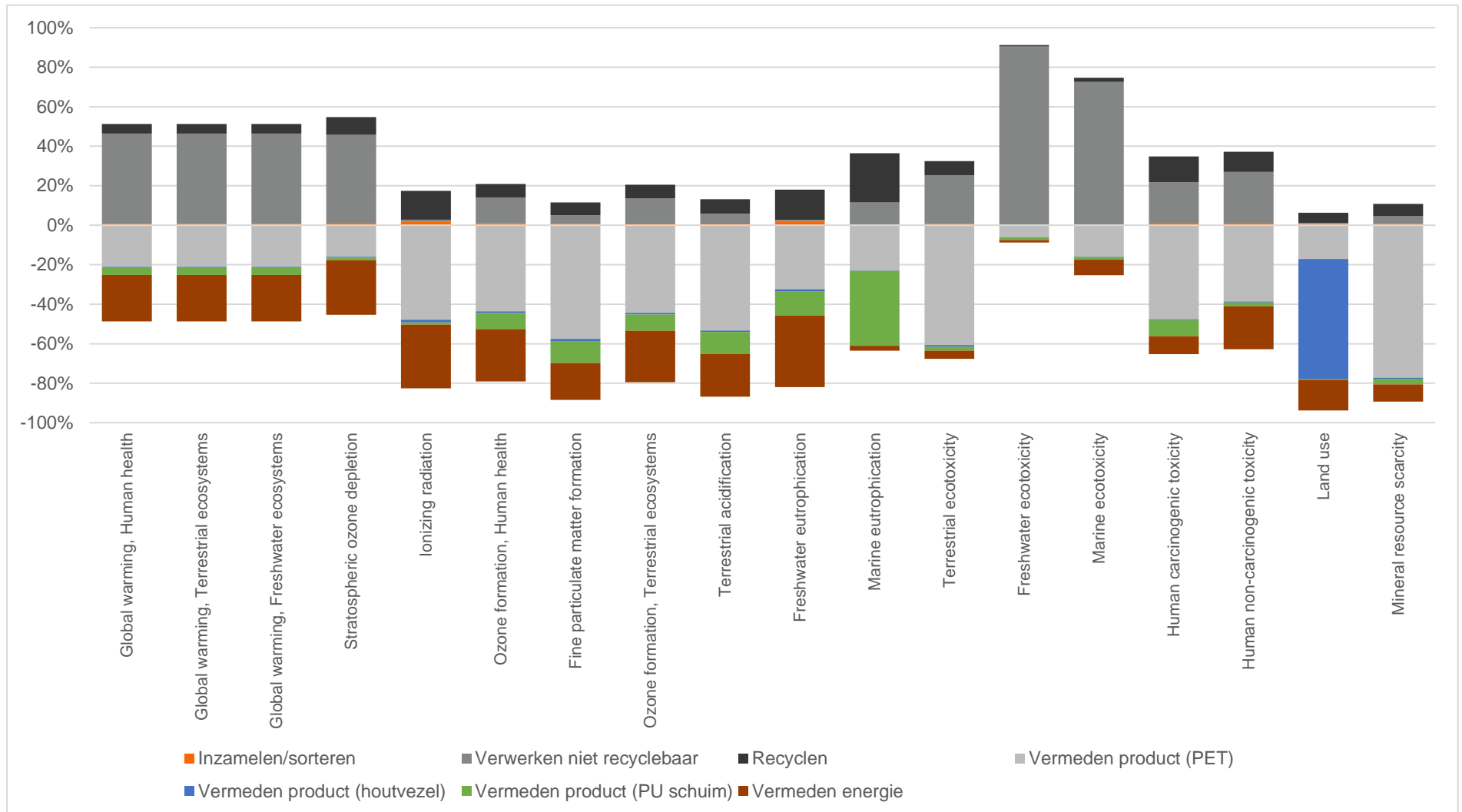
Impact category	Unit	Total	Inzamelen/ sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden product (steenwol)	Vermeden product (houtvezel)	Vermeden product (PU schuim)	Vermeden energie
Global warming, Human health	DALY	3,27E-04	2,44E-05	1,03E-03	1,77E-04	-6,45E-05	-9,60E-06	-1,38E-04	-6,93E-04
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	9,87E-07	7,36E-08	3,11E-06	5,33E-07	-1,95E-07	-2,90E-08	-4,17E-07	-2,09E-06
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	2,70E-11	2,01E-12	8,50E-11	1,46E-11	-5,31E-12	-7,91E-13	-1,14E-11	-5,71E-11
Stratospheric ozone depletion	DALY	2,00E-07	7,28E-09	2,91E-07	5,19E-08	-7,87E-09	-2,57E-09	-7,63E-09	-1,31E-07
Ionizing radiation	DALY	-8,68E-09	1,20E-09	9,78E-10	9,02E-09	-1,76E-09	-8,39E-10	-7,04E-10	-1,66E-08
Ozone formation, Human health	DALY	-4,82E-07	3,00E-08	4,49E-07	2,31E-07	-1,58E-07	-3,24E-08	-2,70E-07	-7,31E-07
Fine particulate matter formation	DALY	-2,74E-04	8,14E-06	5,29E-05	6,90E-05	-1,10E-04	-1,31E-05	-1,17E-04	-1,64E-04
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-7,28E-08	4,31E-09	6,42E-08	3,34E-08	-2,44E-08	-4,74E-09	-4,01E-08	-1,05E-07
Terrestrial acidification	species.yr	-2,44E-07	8,15E-09	5,03E-08	6,82E-08	-9,46E-08	-7,60E-09	-1,04E-07	-1,64E-07
Freshwater eutrophication	species.yr	-1,28E-08	9,59E-10	3,45E-10	6,87E-09	-1,80E-09	-4,23E-10	-5,46E-09	-1,33E-08
Marine eutrophication	species.yr	6,49E-12	1,21E-13	2,11E-11	2,23E-11	-9,80E-13	-1,38E-13	-3,40E-11	-1,88E-12
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	4,95E-09	4,10E-10	6,43E-09	4,10E-09	-2,39E-09	-5,12E-10	-1,19E-09	-1,89E-09
Freshwater ecotoxicity	species.yr	9,37E-10	4,27E-12	1,05E-09	4,83E-11	-2,44E-11	-6,32E-12	-7,30E-11	-5,81E-11
Marine ecotoxicity	species.yr	1,53E-10	4,41E-12	2,58E-10	3,45E-11	-1,62E-11	-3,85E-12	-2,08E-11	-1,03E-10
Human carcinogenic toxicity	DALY	1,96E-05	5,63E-07	2,18E-05	5,91E-06	-1,39E-06	-2,46E-07	-3,65E-06	-3,40E-06
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	1,21E-05	1,17E-06	2,37E-05	9,74E-06	-3,12E-06	-4,72E-07	-1,80E-06	-1,71E-05
Land use	species.yr	-4,61E-07	4,49E-09	6,40E-09	3,31E-08	-1,67E-08	-4,01E-07	-2,95E-09	-8,48E-08
Mineral resource scarcity	USD2013	-7,77E-02	6,66E-03	5,29E-02	5,77E-02	-9,63E-02	-4,93E-03	-2,66E-02	-6,71E-02
Fossil resource scarcity	USD2013	-7,29E+01	1,58E+00	2,27E+00	1,34E+01	-4,07E+00	-7,63E-01	-1,96E+01	-6,57E+01
Water consumption, Human health	DALY	-5,06E-06	1,72E-07	1,88E-06	3,59E-06	-7,92E-07	-6,11E-08	-7,21E-06	-2,64E-06
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-3,61E-08	1,05E-09	1,17E-08	2,18E-08	-4,97E-09	-4,46E-10	-4,38E-08	-2,14E-08
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	6,83E-13	4,00E-14	2,98E-12	9,60E-13	-4,25E-13	-7,97E-14	-1,97E-12	-8,16E-13





Bijlage D: Midpoints mechanisch recycelen open loop polyester

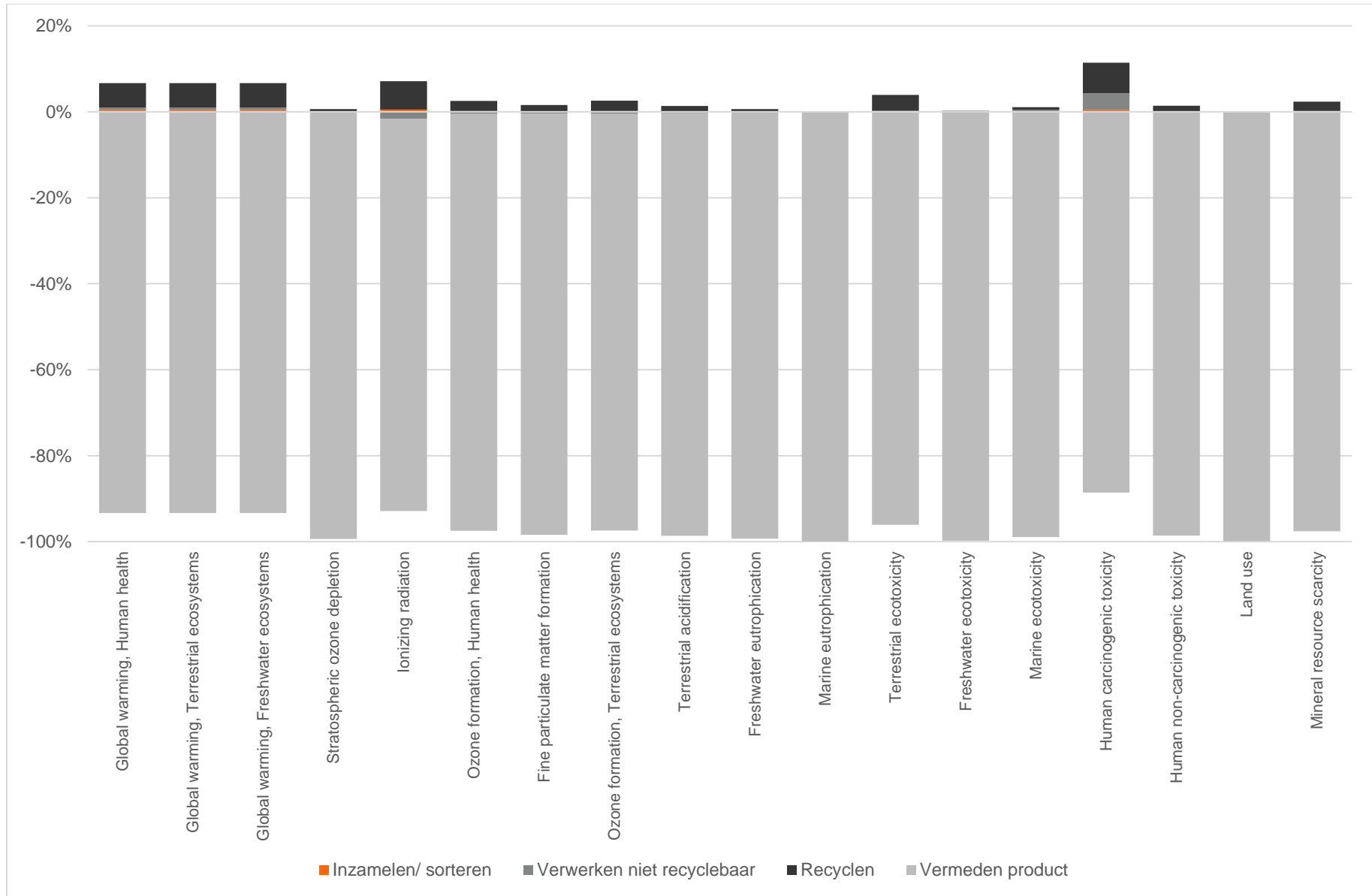
Impact category	Unit	Total	Inzamelen/ sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden product (PET)	Vermeden product (houtvezel)	Vermeden product (PU schuim)	Vermeden energie
Global warming, Human health	DALY	9,23E-05	2,44E-05	1,63E-03	1,77E-04	-7,52E-04	-9,60E-06	-1,38E-04	-8,41E-04
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	2,77E-07	7,36E-08	4,92E-06	5,33E-07	-2,27E-06	-2,90E-08	-4,17E-07	-2,54E-06
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	7,63E-12	2,01E-12	1,35E-10	1,46E-11	-6,20E-11	-7,91E-13	-1,14E-11	-6,93E-11
Stratospheric ozone depletion	DALY	5,44E-08	7,28E-09	2,57E-07	5,19E-08	-9,25E-08	-2,57E-09	-7,63E-09	-1,59E-07
Ionizing radiation	DALY	-4,06E-08	1,20E-09	5,75E-10	9,04E-09	-2,97E-08	-8,39E-10	-7,04E-10	-2,01E-08
Ozone formation, Human health	DALY	-1,95E-06	3,00E-08	4,40E-07	2,31E-07	-1,46E-06	-3,24E-08	-2,70E-07	-8,86E-07
Fine particulate matter formation	DALY	-8,19E-04	8,14E-06	4,60E-05	6,93E-05	-6,13E-04	-1,31E-05	-1,17E-04	-1,99E-04
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-2,90E-07	4,31E-09	6,30E-08	3,35E-08	-2,18E-07	-4,74E-09	-4,01E-08	-1,28E-07
Terrestrial acidification	species.yr	-6,83E-07	8,15E-09	4,52E-08	6,84E-08	-4,94E-07	-7,60E-09	-1,04E-07	-1,99E-07
Freshwater eutrophication	species.yr	-2,85E-08	9,59E-10	2,04E-10	6,88E-09	-1,45E-08	-4,23E-10	-5,46E-09	-1,62E-08
Marine eutrophication	species.yr	-2,43E-11	1,21E-13	1,02E-11	2,22E-11	-2,05E-11	-1,38E-13	-3,40E-11	-2,29E-12
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-2,02E-08	4,10E-10	1,41E-08	4,13E-09	-3,49E-08	-5,12E-10	-1,19E-09	-2,30E-09
Freshwater ecotoxicity	species.yr	4,69E-09	4,27E-12	5,13E-09	4,85E-11	-3,46E-10	-6,32E-12	-7,30E-11	-7,05E-11
Marine ecotoxicity	species.yr	7,87E-10	4,41E-12	1,15E-09	3,47E-11	-2,53E-10	-3,85E-12	-2,08E-11	-1,25E-10
Human carcinogenic toxicity	DALY	-1,38E-05	5,63E-07	9,28E-06	5,92E-06	-2,16E-05	-2,46E-07	-3,65E-06	-4,12E-06
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	-2,44E-05	1,17E-06	2,45E-05	9,79E-06	-3,68E-05	-4,72E-07	-1,80E-06	-2,08E-05
Land use	species.yr	-5,78E-07	4,49E-09	3,69E-09	3,31E-08	-1,13E-07	-4,01E-07	-2,95E-09	-1,03E-07
Mineral resource scarcity	USD2013	-7,38E-01	6,66E-03	3,61E-02	5,81E-02	-7,26E-01	-4,93E-03	-2,66E-02	-8,14E-02
Fossil resource scarcity	USD2013	-2,40E+02	1,58E+00	1,37E+00	1,34E+01	-1,56E+02	-7,63E-01	-1,96E+01	-7,97E+01
Water consumption, Human health	DALY	-2,53E-05	1,72E-07	5,67E-07	3,59E-06	-1,91E-05	-6,11E-08	-7,21E-06	-3,20E-06
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-1,61E-07	1,05E-09	3,59E-09	2,18E-08	-1,17E-07	-4,46E-10	-4,38E-08	-2,60E-08
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-8,67E-12	4,00E-14	1,85E-13	9,61E-13	-6,81E-12	-7,97E-14	-1,97E-12	-9,90E-13





Bijlage E: Midpoint mechanisch recycelen closed loop katoen

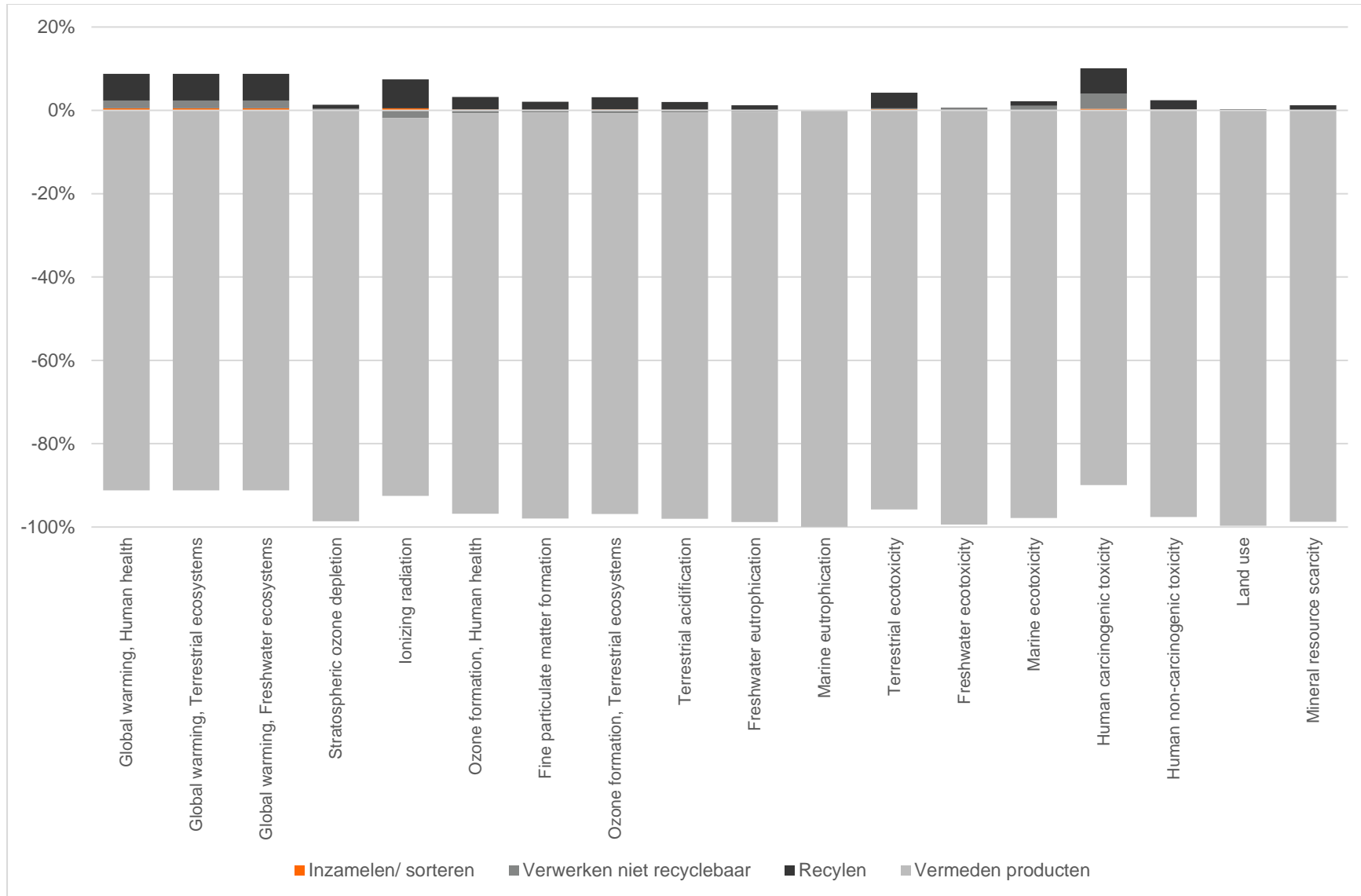
Impact category	Unit	Total	Inzamelen/ sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden product
Global warming, Human health	DALY	-9,81E-03	5,05E-05	5,68E-05	6,45E-04	-1,06E-02
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	-2,96E-05	1,52E-07	1,71E-07	1,95E-06	-3,19E-05
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	-8,08E-10	4,17E-12	4,68E-12	5,32E-11	-8,70E-10
Stratospheric ozone depletion	DALY	-3,71E-05	1,51E-08	3,08E-08	1,93E-07	-3,74E-05
Ionizing radiation	DALY	-4,26E-07	2,49E-09	-8,15E-09	3,29E-08	-4,53E-07
Ozone formation, Human health	DALY	-3,31E-05	6,22E-08	-1,77E-07	8,30E-07	-3,39E-05
Fine particulate matter formation	DALY	-1,58E-02	1,69E-05	-5,81E-05	2,39E-04	-1,60E-02
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-4,75E-06	8,94E-09	-2,57E-08	1,20E-07	-4,85E-06
Terrestrial acidification	species.yr	-1,81E-05	1,69E-08	-6,23E-08	2,38E-07	-1,83E-05
Freshwater eutrophication	species.yr	-4,16E-06	1,99E-09	-6,89E-09	2,57E-08	-4,19E-06
Marine eutrophication	species.yr	-1,31E-07	2,50E-13	2,38E-12	4,93E-11	-1,31E-07
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-3,36E-07	8,49E-10	6,67E-11	1,35E-08	-3,50E-07
Freshwater ecotoxicity	species.yr	-3,01E-07	8,85E-12	6,14E-10	1,52E-10	-3,02E-07
Marine ecotoxicity	species.yr	-1,90E-08	9,13E-12	8,29E-11	1,22E-10	-1,92E-08
Human carcinogenic toxicity	DALY	-2,06E-04	1,17E-06	1,04E-05	1,90E-05	-2,37E-04
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	-2,62E-03	2,42E-06	1,41E-06	3,42E-05	-2,65E-03
Land use	species.yr	-9,28E-05	9,30E-09	-4,05E-08	1,22E-07	-9,29E-05
Mineral resource scarcity	USD2013	-8,43E+00	1,38E-02	-7,31E-03	1,98E-01	-8,63E+00
Fossil resource scarcity	USD2013	-5,90E+02	3,27E+00	-3,41E+01	4,49E+01	-6,04E+02
Water consumption, Human health	DALY	-2,63E-03	3,56E-07	-5,15E-07	7,08E-06	-2,64E-03
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-5,44E-05	2,17E-09	-6,18E-09	4,30E-08	-5,45E-05
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-1,30E-08	8,29E-14	-1,45E-13	1,81E-12	-1,30E-08





Bijlage F: Midpoints mechnsich recylen closed loop blend

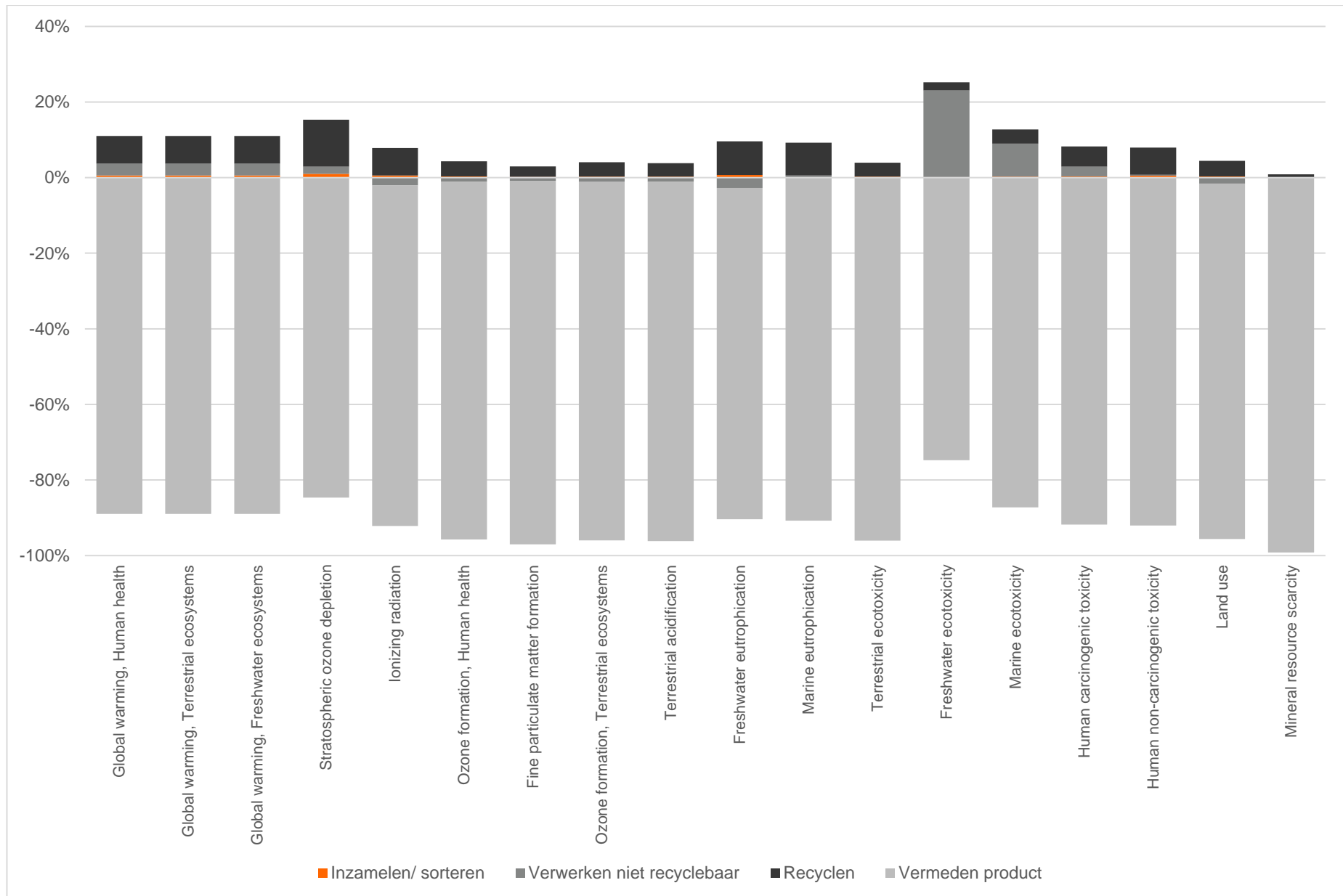
Impact category	Unit	Total	Inzamelen/ sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recylen	Vermeden producten
Global warming, Human health	DALY	-8,32E-03	5,05E-05	1,91E-04	6,45E-04	-9,21E-03
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	-2,51E-05	1,52E-07	5,75E-07	1,95E-06	-2,78E-05
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	-6,86E-10	4,17E-12	1,57E-11	5,32E-11	-7,59E-10
Stratospheric ozone depletion	DALY	-1,91E-05	1,51E-08	5,85E-08	1,93E-07	-1,93E-05
Ionizing radiation	DALY	-4,04E-07	2,49E-09	-8,78E-09	3,29E-08	-4,30E-07
Ozone formation, Human health	DALY	-2,61E-05	6,22E-08	-1,97E-07	8,30E-07	-2,68E-05
Fine particulate matter formation	DALY	-1,20E-02	1,69E-05	-6,34E-05	2,39E-04	-1,22E-02
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-3,83E-06	8,94E-09	-2,87E-08	1,20E-07	-3,93E-06
Terrestrial acidification	species.yr	-1,21E-05	1,69E-08	-6,77E-08	2,38E-07	-1,23E-05
Freshwater eutrophication	species.yr	-2,20E-06	1,99E-09	-7,40E-09	2,57E-08	-2,22E-06
Marine eutrophication	species.yr	-6,58E-08	2,50E-13	2,58E-12	4,93E-11	-6,59E-08
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-3,33E-07	8,49E-10	1,04E-09	1,35E-08	-3,48E-07
Freshwater ecotoxicity	species.yr	-1,53E-07	8,85E-12	7,46E-10	1,52E-10	-1,53E-07
Marine ecotoxicity	species.yr	-1,08E-08	9,13E-12	1,14E-10	1,22E-10	-1,10E-08
Human carcinogenic toxicity	DALY	-2,50E-04	1,17E-06	1,13E-05	1,90E-05	-2,81E-04
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	-1,51E-03	2,42E-06	1,62E-06	3,42E-05	-1,55E-03
Land use	species.yr	-4,78E-05	9,30E-09	-4,37E-08	1,22E-07	-4,79E-05
Mineral resource scarcity	USD2013	-1,66E+01	1,38E-02	-6,74E-03	1,98E-01	-1,68E+01
Fossil resource scarcity	USD2013	-8,77E+02	3,27E+00	-3,66E+01	4,49E+01	-8,89E+02
Water consumption, Human health	DALY	-1,40E-03	3,56E-07	-3,84E-07	7,08E-06	-1,41E-03
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-2,77E-05	2,17E-09	-5,59E-09	4,30E-08	-2,78E-05
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-6,55E-09	8,29E-14	3,37E-13	1,81E-12	-6,55E-09





Bijlage G: Midpoint mechanisch recyclen closed loop polyester

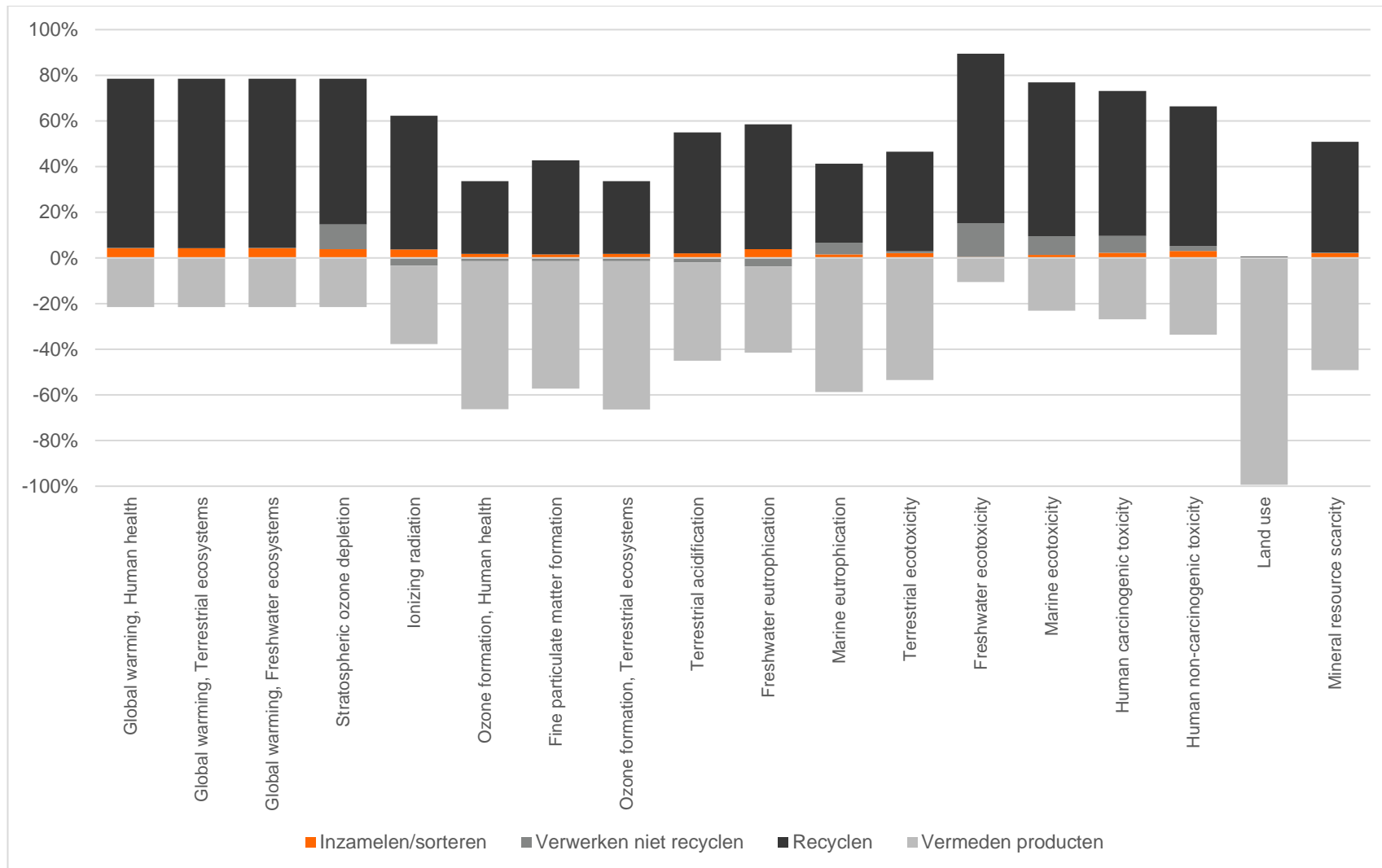
Impact category	Unit	Total	Inzamelen/ sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden product
Global warming, Human health	DALY	-6,88E-03	5,05E-05	2,77E-04	6,45E-04	-7,85E-03
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	-2,08E-05	1,52E-07	8,34E-07	1,95E-06	-2,37E-05
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	-5,67E-10	4,17E-12	2,28E-11	5,32E-11	-6,47E-10
Stratospheric ozone depletion	DALY	-1,08E-06	1,51E-08	3,00E-08	1,93E-07	-1,31E-06
Ionizing radiation	DALY	-3,82E-07	2,49E-09	-9,51E-09	3,29E-08	-4,08E-07
Ozone formation, Human health	DALY	-1,90E-05	6,22E-08	-2,25E-07	8,30E-07	-1,96E-05
Fine particulate matter formation	DALY	-8,08E-03	1,69E-05	-7,09E-05	2,39E-04	-8,26E-03
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-2,92E-06	8,94E-09	-3,27E-08	1,20E-07	-3,02E-06
Terrestrial acidification	species.yr	-6,14E-06	1,69E-08	-7,48E-08	2,38E-07	-6,32E-06
Freshwater eutrophication	species.yr	-2,32E-07	1,99E-09	-7,96E-09	2,57E-08	-2,52E-07
Marine eutrophication	species.yr	-4,63E-10	2,50E-13	2,80E-12	4,93E-11	-5,15E-10
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-3,31E-07	8,49E-10	-6,01E-11	1,35E-08	-3,45E-07
Freshwater ecotoxicity	species.yr	-3,49E-09	8,85E-12	1,62E-09	1,52E-10	-5,27E-09
Marine ecotoxicity	species.yr	-2,41E-09	9,13E-12	2,82E-10	1,22E-10	-2,82E-09
Human carcinogenic toxicity	DALY	-2,96E-04	1,17E-06	9,03E-06	1,90E-05	-3,25E-04
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	-3,99E-04	2,42E-06	1,19E-06	3,42E-05	-4,36E-04
Land use	species.yr	-2,71E-06	9,30E-09	-4,76E-08	1,22E-07	-2,80E-06
Mineral resource scarcity	USD2013	-2,47E+01	1,38E-02	-1,30E-02	1,98E-01	-2,49E+01
Fossil resource scarcity	USD2013	-1,16E+03	3,27E+00	-3,94E+01	4,49E+01	-1,17E+03
Water consumption, Human health	DALY	-1,66E-04	3,56E-07	-7,36E-07	7,08E-06	-1,73E-04
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-1,05E-06	2,17E-09	-7,96E-09	4,30E-08	-1,09E-06
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-8,09E-11	8,29E-14	-2,15E-13	1,81E-12	-8,25E-11





Bijlage H: Midpoints chemisch recylen katoen

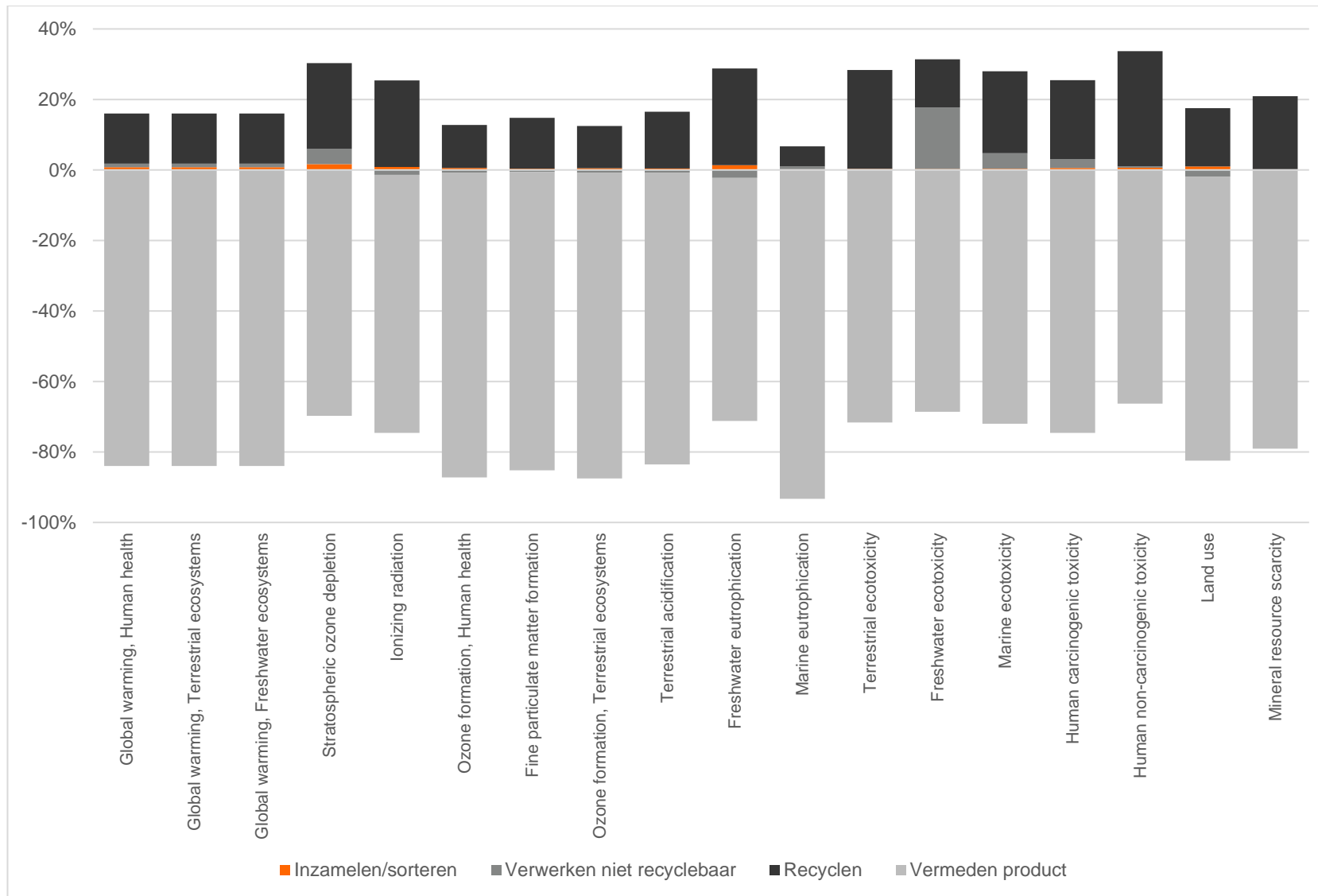
Impact category	Unit	Total	Inzamelen /sorteren	Verwerken niet recylen	Recyclen	Vermeden producten
Global warming, Human health	DALY	7,99E-04	5,98E-05	1,07E-06	1,04E-03	-3,01E-04
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	2,41E-06	1,81E-07	3,15E-09	3,14E-06	-9,08E-07
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	6,59E-11	4,93E-12	8,85E-14	8,57E-11	-2,48E-11
Stratospheric ozone depletion	DALY	2,64E-07	1,79E-08	5,03E-08	2,96E-07	-1,00E-07
Ionizing radiation	DALY	1,95E-08	2,95E-09	-2,70E-09	4,68E-08	-2,75E-08
Ozone formation, Human health	DALY	-1,33E-06	7,36E-08	-5,55E-08	1,29E-06	-2,64E-06
Fine particulate matter formation	DALY	-1,87E-04	2,00E-05	-1,90E-05	5,32E-04	-7,20E-04
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-1,92E-07	1,06E-08	-8,15E-09	1,86E-07	-3,81E-07
Terrestrial acidification	species.yr	9,91E-08	2,00E-08	-2,01E-08	5,24E-07	-4,25E-07
Freshwater eutrophication	species.yr	1,05E-08	2,35E-09	-2,28E-09	3,38E-08	-2,33E-08
Marine eutrophication	species.yr	-3,23E-12	2,96E-13	9,43E-13	6,41E-12	-1,09E-11
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-3,31E-09	1,01E-09	4,07E-10	2,09E-08	-2,57E-08
Freshwater ecotoxicity	species.yr	2,06E-09	1,05E-11	3,86E-10	1,94E-09	-2,75E-10
Marine ecotoxicity	species.yr	4,38E-10	1,08E-11	6,73E-11	5,49E-10	-1,89E-10
Human carcinogenic toxicity	DALY	2,84E-05	1,38E-06	4,52E-06	3,90E-05	-1,65E-05
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	3,14E-05	2,86E-06	2,14E-06	5,85E-05	-3,22E-05
Land use	species.yr	-2,64E-05	1,10E-08	-1,30E-08	1,63E-07	-2,65E-05
Mineral resource scarcity	USD2013	1,40E-02	1,63E-02	1,54E-03	3,79E-01	-3,83E-01
Fossil resource scarcity	USD2013	3,71E+01	3,87E+00	-1,11E+01	7,47E+01	-3,03E+01
Water consumption, Human health	DALY	-1,87E-06	4,22E-07	4,39E-07	8,79E-05	-9,06E-05
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-1,32E-08	2,57E-09	1,37E-09	5,34E-07	-5,51E-07
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-8,87E-13	9,81E-14	1,13E-13	2,41E-11	-2,52E-11





Bijlage I: Midpoints chemisch recyclen polyester

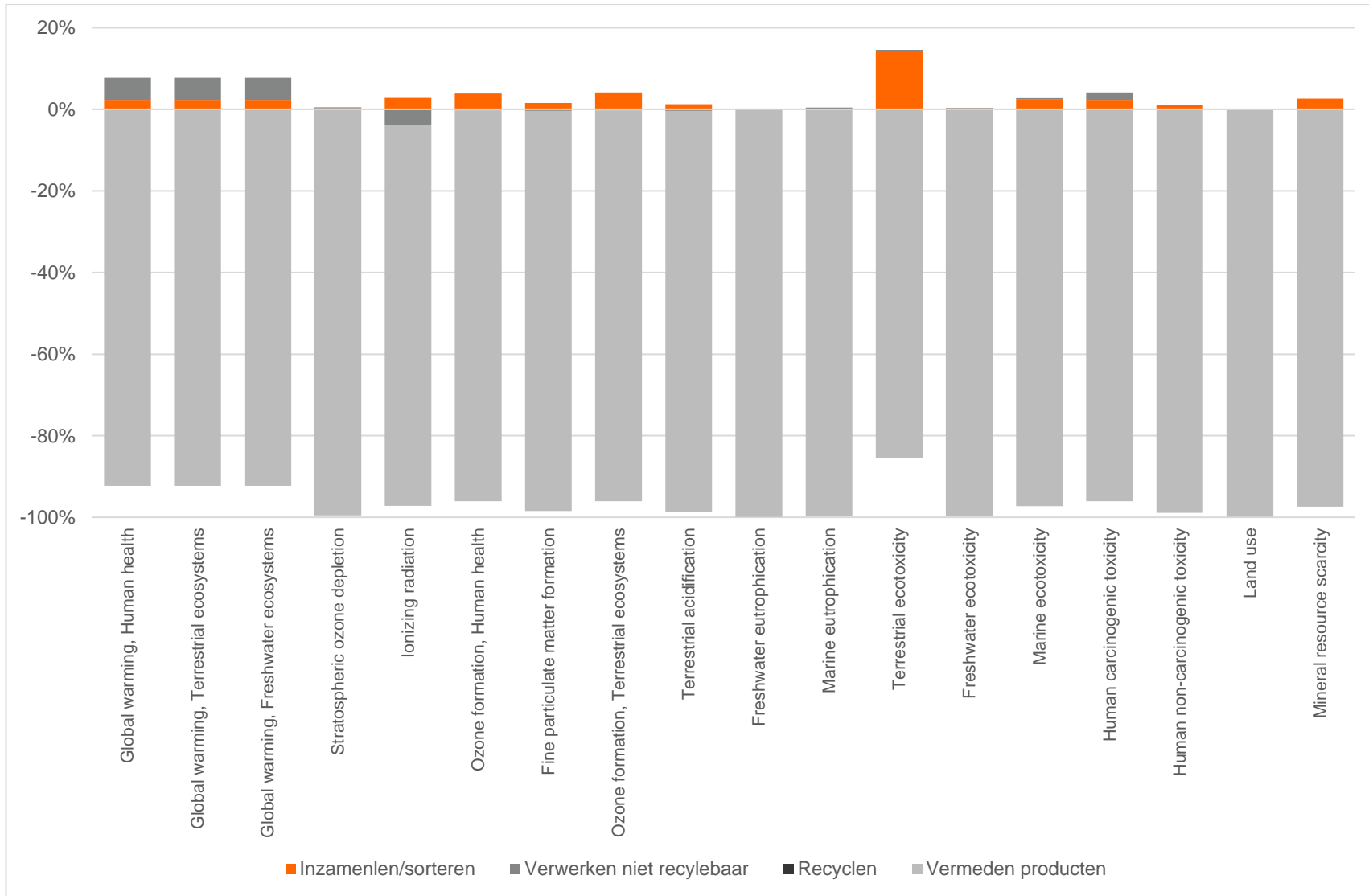
Impact category	Unit	Total	Inzamelen/ sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden producten
Global warming, Human health	DALY	-5,01E-03	5,98E-05	7,36E-05	1,05E-03	-6,19E-03
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	-1,51E-05	1,81E-07	2,22E-07	3,16E-06	-1,87E-05
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	-4,13E-10	4,93E-12	6,07E-12	8,63E-11	-5,10E-10
Stratospheric ozone depletion	DALY	-4,31E-07	1,79E-08	4,71E-08	2,65E-07	-7,61E-07
Ionizing radiation	DALY	-1,64E-07	2,95E-09	-4,60E-09	8,19E-08	-2,45E-07
Ozone formation, Human health	DALY	-1,03E-05	7,36E-08	-1,02E-07	1,70E-06	-1,20E-05
Fine particulate matter formation	DALY	-4,19E-03	2,00E-05	-3,35E-05	8,62E-04	-5,04E-03
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-1,55E-06	1,06E-08	-1,49E-08	2,47E-07	-1,79E-06
Terrestrial acidification	species.yr	-3,29E-06	2,00E-08	-3,53E-08	7,89E-07	-4,06E-06
Freshwater eutrophication	species.yr	-7,31E-08	2,35E-09	-3,87E-09	4,74E-08	-1,19E-07
Marine eutrophication	species.yr	-1,56E-10	2,96E-13	1,47E-12	1,03E-11	-1,68E-10
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-1,73E-07	1,01E-09	3,00E-10	1,12E-07	-2,87E-07
Freshwater ecotoxicity	species.yr	-1,54E-09	1,05E-11	7,27E-10	5,65E-10	-2,85E-09
Marine ecotoxicity	species.yr	-1,27E-09	1,08E-11	1,27E-10	6,71E-10	-2,08E-09
Human carcinogenic toxicity	DALY	-1,17E-04	1,38E-06	5,89E-06	5,33E-05	-1,77E-04
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	-1,49E-04	2,86E-06	1,98E-06	1,49E-04	-3,03E-04
Land use	species.yr	-7,47E-07	1,10E-08	-2,26E-08	1,91E-07	-9,27E-07
Mineral resource scarcity	USD2013	-4,40E+00	1,63E-02	-2,23E-03	1,56E+00	-5,98E+00
Fossil resource scarcity	USD2013	-1,23E+03	3,87E+00	-1,90E+01	7,19E+01	-1,28E+03
Water consumption, Human health	DALY	-1,37E-04	4,22E-07	1,48E-07	1,96E-05	-1,57E-04
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-8,46E-07	2,57E-09	-1,03E-09	1,17E-07	-9,65E-07
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-5,03E-11	9,81E-14	3,10E-14	5,65E-12	-5,61E-11





Bijlage J: Midpoints hergebruik katoen

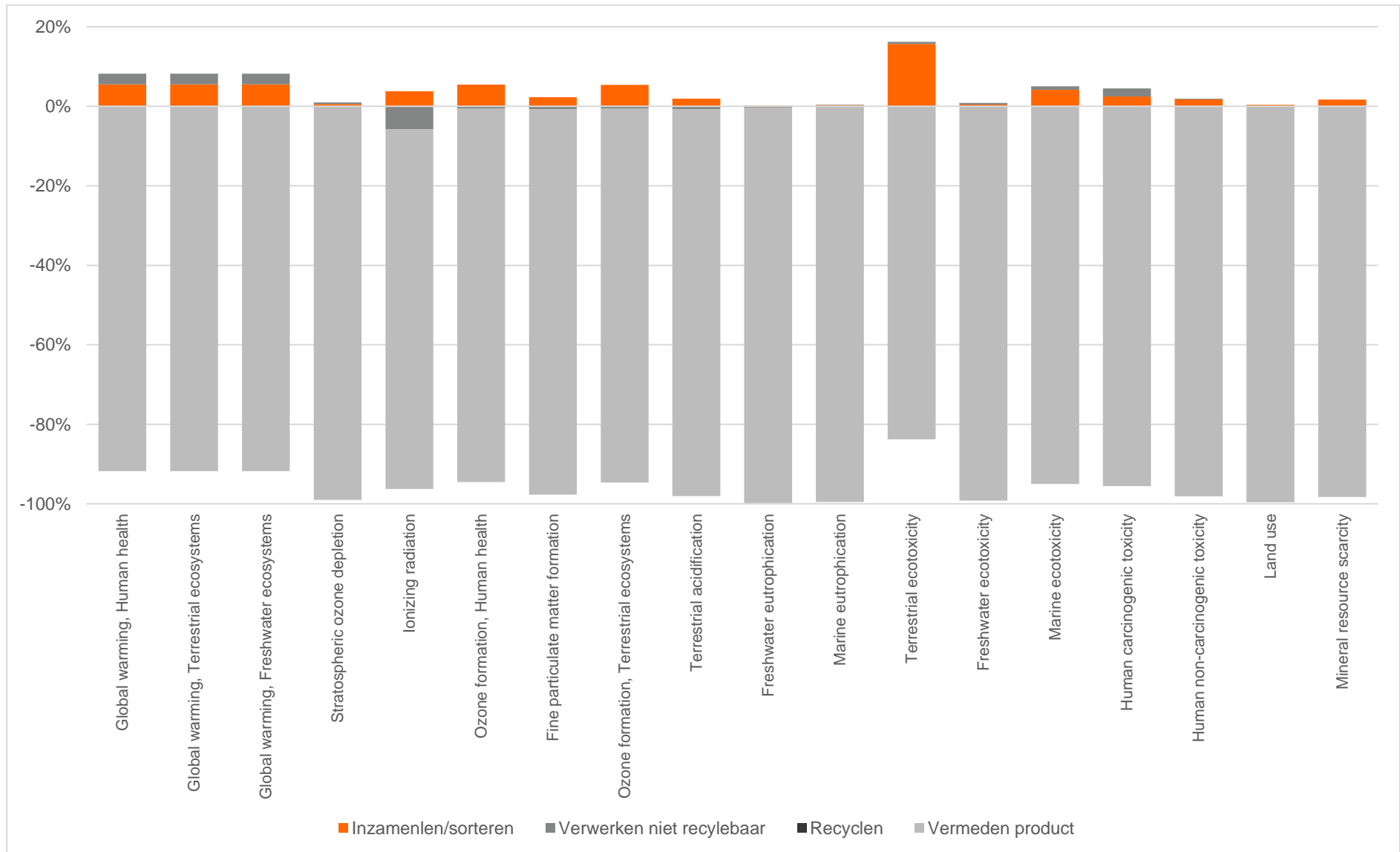
Impact category	Unit	Total	Inzamenen/sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden producten
Global warming, Human health	DALY	-1,22E-02	3,28E-04	7,82E-04	0,00E+00	-1,33E-02
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	-3,67E-05	9,90E-07	2,36E-06	0,00E+00	-4,01E-05
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	-1,00E-09	2,71E-11	6,43E-11	0,00E+00	-1,09E-09
Stratospheric ozone depletion	DALY	-3,55E-05	8,99E-08	7,31E-08	0,00E+00	-3,56E-05
Ionizing radiation	DALY	-7,34E-07	2,20E-08	-3,07E-08	0,00E+00	-7,25E-07
Ozone formation, Human health	DALY	-3,74E-05	1,59E-06	-1,16E-07	0,00E+00	-3,89E-05
Fine particulate matter formation	DALY	-1,93E-02	3,03E-04	-8,08E-05	0,00E+00	-1,95E-02
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-5,38E-06	2,30E-07	-1,70E-08	0,00E+00	-5,59E-06
Terrestrial acidification	species.yr	-1,96E-05	2,44E-07	-7,58E-08	0,00E+00	-1,97E-05
Freshwater eutrophication	species.yr	-4,10E-06	4,05E-09	-7,67E-09	0,00E+00	-4,10E-06
Marine eutrophication	species.yr	-1,21E-07	1,24E-12	5,14E-10	0,00E+00	-1,22E-07
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-3,24E-07	6,49E-08	1,64E-09	0,00E+00	-3,91E-07
Freshwater ecotoxicity	species.yr	-2,80E-07	6,14E-10	4,74E-10	0,00E+00	-2,81E-07
Marine ecotoxicity	species.yr	-1,79E-08	4,46E-10	7,78E-11	0,00E+00	-1,84E-08
Human carcinogenic toxicity	DALY	-2,83E-04	7,13E-06	5,06E-06	0,00E+00	-2,95E-04
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	-2,57E-03	2,56E-05	2,55E-06	0,00E+00	-2,59E-03
Land use	species.yr	-8,71E-05	1,52E-07	-2,26E-08	0,00E+00	-8,72E-05
Mineral resource scarcity	USD2013	-9,76E+00	2,71E-01	-1,16E-02	0,00E+00	-1,00E+01
Fossil resource scarcity	USD2013	-7,43E+02	4,65E+01	-2,33E+01	0,00E+00	-7,66E+02
Water consumption, Human health	DALY	-2,47E-03	9,79E-07	-4,45E-07	0,00E+00	-2,47E-03
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-5,06E-05	6,80E-09	-1,44E-09	0,00E+00	-5,06E-05
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-1,21E-08	6,78E-13	8,01E-13	0,00E+00	-1,21E-08





Bijlage K: Midpoints hergebruik blend

Impact category	Unit	Total	Inzamenlen/sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden product
Global warming, Human health	DALY	-9,21E-03	6,07E-04	2,97E-04	0,00E+00	-1,01E-02
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	-2,78E-05	1,83E-06	8,95E-07	0,00E+00	-3,05E-05
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	-7,59E-10	5,00E-11	2,45E-11	0,00E+00	-8,34E-10
Stratospheric ozone depletion	DALY	-1,82E-05	9,93E-08	8,46E-08	0,00E+00	-1,84E-05
Ionizing radiation	DALY	-5,55E-07	2,26E-08	-3,47E-08	0,00E+00	-5,43E-07
Ozone formation, Human health	DALY	-2,67E-05	1,63E-06	-1,57E-07	0,00E+00	-2,81E-05
Fine particulate matter formation	DALY	-1,32E-02	3,15E-04	-1,08E-04	0,00E+00	-1,34E-02
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-3,92E-06	2,35E-07	-2,30E-08	0,00E+00	-4,13E-06
Terrestrial acidification	species.yr	-1,25E-05	2,53E-07	-9,62E-08	0,00E+00	-1,27E-05
Freshwater eutrophication	species.yr	-2,17E-06	4,26E-09	-8,80E-09	0,00E+00	-2,16E-06
Marine eutrophication	species.yr	-6,08E-08	2,06E-10	6,56E-11	0,00E+00	-6,11E-08
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-2,81E-07	6,52E-08	2,21E-09	0,00E+00	-3,48E-07
Freshwater ecotoxicity	species.yr	-1,42E-07	6,54E-10	5,52E-10	0,00E+00	-1,43E-07
Marine ecotoxicity	species.yr	-9,91E-09	4,56E-10	9,53E-11	0,00E+00	-1,05E-08
Human carcinogenic toxicity	DALY	-2,78E-04	7,46E-06	6,20E-06	0,00E+00	-2,92E-04
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	-1,46E-03	2,65E-05	2,45E-06	0,00E+00	-1,49E-03
Land use	species.yr	-4,47E-05	1,63E-07	-3,79E-08	0,00E+00	-4,49E-05
Mineral resource scarcity	USD2013	-1,58E+01	2,75E-01	-1,56E-02	0,00E+00	-1,60E+01
Fossil resource scarcity	USD2013	-8,82E+02	4,76E+01	-2,65E+01	0,00E+00	-9,03E+02
Water consumption, Human health	DALY	-1,31E-03	1,20E-06	-6,23E-07	0,00E+00	-1,31E-03
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-2,58E-05	8,16E-09	-2,37E-09	0,00E+00	-2,58E-05
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-6,08E-09	7,70E-13	1,10E-12	0,00E+00	-6,08E-09





Bijlage L: Midpoints hergebruik polyester

Impact category	Unit	Total	Inzamelen /sorteren	Verwerken niet recyclebaar	Recyclen	Vermeden product
Global warming, Human health	DALY	-6,29E-03	3,65E-04	2,95E-04	0,00E+00	-6,95E-03
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	-1,90E-05	1,10E-06	8,90E-07	0,00E+00	-2,10E-05
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	-5,19E-10	3,01E-11	2,43E-11	0,00E+00	-5,73E-10
Stratospheric ozone depletion	DALY	-9,56E-07	9,22E-08	1,15E-07	0,00E+00	-1,16E-06
Ionizing radiation	DALY	-3,76E-07	2,24E-08	-3,79E-08	0,00E+00	-3,61E-07
Ozone formation, Human health	DALY	-1,59E-05	1,62E-06	-1,66E-07	0,00E+00	-1,74E-05
Fine particulate matter formation	DALY	-7,12E-03	3,10E-04	-1,20E-04	0,00E+00	-7,31E-03
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	-2,46E-06	2,34E-07	-2,43E-08	0,00E+00	-2,67E-06
Terrestrial acidification	species.yr	-5,46E-06	2,49E-07	-1,06E-07	0,00E+00	-5,60E-06
Freshwater eutrophication	species.yr	-2,29E-07	4,10E-09	-9,60E-09	0,00E+00	-2,23E-07
Marine eutrophication	species.yr	-4,28E-10	2,57E-11	2,02E-12	0,00E+00	-4,56E-10
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	-2,32E-07	6,51E-08	8,67E-09	0,00E+00	-3,06E-07
Freshwater ecotoxicity	species.yr	-2,66E-09	6,56E-10	1,35E-09	0,00E+00	-4,67E-09
Marine ecotoxicity	species.yr	-1,74E-09	4,56E-10	3,02E-10	0,00E+00	-2,50E-09
Human carcinogenic toxicity	DALY	-2,76E-04	7,27E-06	4,85E-06	0,00E+00	-2,88E-04
Human non-carcinogenic toxicity	DALY	-3,55E-04	2,58E-05	5,07E-06	0,00E+00	-3,86E-04
Land use	species.yr	-2,36E-06	1,62E-07	-4,31E-08	0,00E+00	-2,48E-06
Mineral resource scarcity	USD2013	-2,18E+01	2,74E-01	-1,79E-02	0,00E+00	-2,21E+01
Fossil resource scarcity	USD2013	-1,02E+03	4,75E+01	-2,87E+01	0,00E+00	-1,04E+03
Water consumption, Human health	DALY	-1,53E-04	1,19E-06	-1,07E-06	0,00E+00	-1,53E-04
Water consumption, Terrestrial ecosystem	species.yr	-9,62E-07	8,09E-09	-4,94E-09	0,00E+00	-9,65E-07
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	-7,17E-11	7,49E-13	6,56E-13	0,00E+00	-7,31E-11

